ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1954.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS FAGE.



MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

TOPOLOGIE PLANE. — *Les couples de continus joints dans le plan.* III.
Note (*) de M. ARNAUD DENJOY.

Fin de la démonstration commencée dans la dernière Note pour le cas général $p \geq 3$ du théorème : dans un plan, C et C' étant deux continus dont l'ensemble commun Γ se décompose en p continus (ou points) disjoints, si C — Γ est dans une région R' de C' et C' — Γ dans une région R de C, R.R' forme p régions.

Cette Note termine la précédente (¹).

$G + G' = G + \Sigma \overline{c}'_i$ *divise* $D . D' = D(\rho, \eta) - G - G'$ *en p régions.*

Car $\overline{c}'_1$ ne divise pas le plan et, sauf par ses extrémités α'_1, β'_1, $\overline{c}'_1$ est dans D. D'après le théorème établi pour $p = 2$, $G + \overline{c}'_1$ divise D en deux régions ; $\overline{c}'_2$ moins α'_2 et β'_2 est dans une de ces régions et il la partage. $G + \overline{c}'_1 + \overline{c}'_2$ retranché de $D(\rho, \eta)$ forme trois régions. Et ainsi de suite.

D' borde positivement un contour cyclique T' où se succèdent ϖ_1 (figurant par α'_1), γ'_1, ϖ_{j_2}, γ'_2, ..., γ'_k, ϖ_1. Les p régions de D.D' sont les régions positives, $(S_m)^+$ de p polygones S_m.

On obtient S_1 ainsi : γ_1 ou $\overline{\alpha_1 b_1}$, puis ϖ_{j_1} de b_1 jusqu'au premier point rencontré, origine d'un γ ou d'un γ', que l'on suit et qui mène à un b_m ou b'_r sur un ϖ_s, que l'on décrit jusqu'au nouveau premier γ ou γ' rencontré, et ainsi jusqu'au retour à α_1. Ayant S_1, on a S_2 en partant du premier point de T où ce cycle a été abandonné pour former S_1. Et l'on recommence jusqu'à l'épuisement de T ; T' est aussi entièrement absorbé. Sinon en partant d'un de ses points, on décrirait un cycle fermé inclus dans G' et qui diviserait $D(\rho, \eta)$, ce qui n'est pas.

Chacun des S_m est composé d'arcs (éventuellement réduits à des points, ou identiques à l'intégralité) de polygones ϖ_i joints par des γ ou des γ' ; non pas uniquement des γ ni uniquement des γ', G ni G' ne divisant pas $D(\rho, \eta)$; $(S_m)^+$ ne contient aucun point de $\Sigma(\overline{c}_i + \overline{c}'_i)$.

(*) Séance du 23 août 1954.

(¹) *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 654 ; *voir également* 239, 1954, p. 561.

1. D'après $\sigma < \tau_0$, pour chacun des ϖ_i^0 tels que ϖ_i contribue à S_m, ϖ_i^0 possède dans $(S_m)^+$ un arc appartenant à un $\Delta^k(\delta)$.

2. Comme pour $p = 2$, $\Delta^k(\delta)$ et $\Delta^r(\delta)$ situés dans deux $(S_m)^+$, $(S_q)^+$ différents appartiennent à deux régions différentes de R.R'. Donc $h(\delta) \geq p$.

3. Si $\Delta^k(\delta)$ et $\Delta^r(\delta)$ sont dans le même $(S_m)^+$, ils sont dans la même région de R.R'. Car on peut les joindre dans $(\delta_m)^+$ par une ligne L disjointe de C et par une ligne L' disjointe de C'.

En effet, si $\lambda_{k,r}(\delta)$ sort de $(S_m)^+$, c'est uniquement par des lignes γ'. Soit γ'_ν la première, x'_ν et y'_ν les premiers points de γ'_ν rencontrés sur $\lambda_{k,r}$ parcouru respectivement depuis A et depuis B.

Si en y'_ν le passage en venant de A se fait de $(S_m)^-$ vers $(S_m)^+$, on remplace comme dans le cas de $p = 2$, l'arc $(x'_\nu y'_\nu, \lambda_{k,r})$ par un arc très voisin de $(x'_\nu y'_\nu, \gamma'_\nu)$, intérieur à $(S_m)^+$. Cet arc sera disjoint de C. Or *il est impossible qu'en* y'_ν *le chemin* $(By'_\nu, \lambda_{k,r})$ *vienne* de $(S_m)^-$.

En effet, dans cette hypothèse, $(y'_\nu B, \lambda_{k,r})$ rentre dans $(S_m)^+$ par un premier point x'_μ d'un γ'_μ, μ étant différent de ν. L'arc-intervalle $(y'_\nu x'_\mu, \lambda_{k,r})$ est dans $(S_m)^-$. Soit P le polygone $(y'_\nu x'_\mu, \lambda_{k,r}) + (x'_\mu y'_\nu, S_m)$; P^+ et $(S_m)^+$ coïncident le long de $(x'_\mu y'_\nu, S_m)$. Sur le parcours de S_m entre γ'_μ et γ'_ν on rencontre au moins un polygone ϖ_i, et entre γ'_ν et γ'_μ au moins un autre, ϖ_j. Les arcs de ϖ_i et de ϖ_j situés sur P appartiennent respectivement aux arcs-intervalles $(x'_\mu y'_\nu, S_m)$ et $(y'_\nu x'_\mu, S_m)$. Le reste de ϖ_i est, avec $(\varpi_i)^-$, dans P^-; ϖ_j est, comme l'arc intervalle $(y'_\nu x'_\mu, S_m)$, dans P^+. Dans $G = \Sigma\varpi_i + \Sigma \bar{c}_i$, ϖ_i est joint à ϖ_j par une ligne θ dont seul le point initial a_q appartient à ϖ_i, le reste étant dans $(\varpi_i)^+$; θ ne pénètre pas dans $(S_m)^+$, a_q n'est donc pas sur l'arc-intervalle $(x'_\mu y'_\nu, S_m)$; a_q n'est pas en un des points x'_μ, y'_ν, qui sont sur $\Sigma \bar{c}'_i$, donc distants de a_q d'au moins 3ε. Donc a_q est dans $(P)^-$. Et ϖ_j étant dans $(P)^+$, θ franchit P en un point qui, n'étant pas sur $(x'_\mu y'_\nu, S_m)$, est sur $(y'_\nu x'_\mu, \lambda_{k,r})$, ce qui est absurde, $\lambda_{k,r}$ étant à distance positive de G qui contient θ.

On élimine successivement tous les arcs de $\lambda_{k,r}$ situés dans $(S_m)^-$ et l'on réalise ainsi L dans $(S_m)^+$. On fait de même pour $\lambda'_{k,r}$ et, par application du lemme II, le théorème général se trouve établi.

1. Ma démonstration (non publiée) de 1911 ne concernait que les cas $p = 1$ et $p = 2$, seuls invoqués pour prouver le théorème de Jordan sur les courbes. Mes raisonnements étaient simples, mais sans extension possible au cas général, et, trop laborieux, ils demandaient à être améliorés. Ils ne faisaient pas appel au lemme I [1]. Je supposais Γ_1, Γ_2 ne divisant pas le plan. Après la définition des δ_0, ε_0, τ_0, δ'_0 [1] je formais le ou les polygones $\varpi_i(\delta)$ $(\delta < \delta'_0)$, puis avec $4\kappa < \theta$, θ', ε, δ, j'obtenais $D(R, \kappa)$, $D(R', \kappa)$. Je retranchais de ceux-ci leurs parties situées dans $(\varpi_i)^-$ et je gardais des deux restes les domaines infinis. Leur partie commune est limitée par un ou par deux polygones que l'on suit dans le sens positif.

Par ma nouvelle méthode je réduis $C.D(\rho, \eta)$ et $C'.D(\rho, \eta)$ à de simples chaînes de points c_i, c'_i.

2. Janiszewski a énoncé en 1915 ce théorème, qu'à la suite de Borsuk et Eilenberg l'École polonaise a pris pour fondement d'une profonde théorie de la topologie du plan : *Si le continu* F *ne divisant pas le plan est la somme de deux continus* C *et* C', *l'ensemble* $\Gamma = C.C'$ *est continu.*

Si Γ(borné) est discontinu, pour un certain δ_0 un domaine $D(\rho, \delta_0)$ a dans sa frontière un polygone ϖ_0 partageant Γ en Γ_1 dans $(\varpi_0)^-$ et Γ_2 dans $(\varpi_0)^+$. Les nombres δ'_0, ε_0, τ_0 s'en

déduisent, et pour $\delta < \delta'_0$, η et ε. Dans $D(\rho, \eta)$ nous formons G ne le divisant pas. Passant à C′, dès c'_1 obtenu, $G + \overline{c}'_1$ divise $D(\rho, \eta)$ en deux régions et, d'après l'alinéa 2 du raisonnement pour $p = 2$, $h(\delta) \geq 2$. Mon théorème de 1910 pour $p = 2$ a suffi.

L'École polonaise utilise les transformations continues du plan. Nous envisageons une notion plus large de la continuité, à la façon dont les continus cantoriens sont plus généraux que les continus unicursaux de Jordan.

Je laisse aux jeunes chercheurs intéressés par la topologie cartésienne le soin d'examiner si mes raisonnements s'étendent à des propositions vraisemblables telles que celle-ci : Dans l'espace cartésien $U_r (r \geq 3)$, si C et C′ étant uniconnexes, $\Gamma = C.C'$ forme p uniconnexes disjoints, l'ensemble ouvert $U_r - (C + C')$ est $(p - 1)$ fois non biconnexe (il existe $p - 1$ doublets uniconnexes par lesquels ne passe aucun biconnexe disjoint de $C + C'$ et non reliables en mode biconnexe hors de $C + C'$).

Des énoncés analogues doivent exister pour les diverses associations de multiconnexité.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE. — *Étude au microscope électronique des capillaires pulmonaires chez les Mammifères.* Note de MM. **Albert Policard, André Collet** et Mme **Lucette Giltaire-Ralyte.**

La paroi des capillaires pulmonaires chez le Rat est beaucoup plus mince qu'on l'admettait jusqu'à présent, 0,15 à 0,25 μ environ. Des couches protoplasmiques, endothéliales en dedans et alvéolaires en dehors sont très souvent absentes dans les microphotographies électroniques. Discussion de ces résultats.

Les techniques ordinaires de la microscopie optique ont laissé beaucoup d'incertitudes en ce qui concerne la structure fine de la paroi des capillaires pulmonaires. Du point de vue histophysiologique, la connaissance de sa constitution est cependant d'une grande importance puisque à travers elle, s'effectue le phénomène essentiel de l'échange des gaz entre sang et air alvéolaire.

Classiquement, cette paroi serait constituée par : 1° l'endothelium; 2° la basale sur laquelle il repose; 3° pour certains auteurs, une mince assise, avec des fibres de reticuline, constituée par la substance fondamentale de la paroi alvéolaire, le capillaire étant, dans ces conditions, inclus dans cette paroi et non porté par elle; 4° enfin, au moins pour les anciens histologistes, une couche protoplasmique continue représentant les « plaques anucléées » de la conception de Kœlliker. Ainsi constituée, la paroi des capillaires aurait une épaisseur totale de 2 μ, Bohr (1) ou 4 μ, Hüfner (2). Ce sont les chiffres classiquement acceptés par les physiologistes.

L'étude de cette paroi au microscope électronique apporte des données nouvelles sur ces points.

(1) *Skand. Arch. Physiol.*, **2**, 1890, p. 236.

(2) *G. Arch. Physiol.*, **21**, 1897, p. 122.

Technique. — Le poumon de Rat normal est fixé par injection intratrachéale d'acide osmique à 2 % tamponné à pH 7,5 (liquide de Palade) inclusion au méthacrylate de butyle. Coupes minces de 0,1 μ. Examen au microscope électronique (Philips) à des grossissements de 2 000 à 18 000 diamètres.

Résultats. — Les *cellules endothéliales* présentent un corps cellulaire très net entourant le noyau, cet ensemble étant logé dans la partie du capillaire n'étant pas située du côté de la surface regardant la cavité alvéolaire. Ce fait classique est pleinement confirmé. Par contre, bien souvent, nous n'avons pu observer la présence d'un feuillet protoplasmique endothélial sur la face interne de la paroi, côté alvéolaire. Ce résultat négatif peut être expliqué de diverses façons. Cette couche endothéliale est-elle trop mince pour être vue dans les conditions de notre technique, c'est-à-dire inférieure à 100 Å? Est-elle réellement absente histologiquement en cette région des capillaires, qui, dans ces conditions, s'apparenteraient à des sinusoïdes ? Ou a-t-elle été dissoute par la fixation, suivant un processus signalé par F. E. Low ([3])? Nous ne pouvons pas actuellement le préciser, mais le fait demeure : fréquemment, on ne voit pas de couche endothéliale perceptible sur la face interne de la paroi capillaire, côté alvéole.

La *paroi propre* du capillaire est constituée par une membrane très dense au microscope électronique. Elle paraît anhiste et sans structure. Son épaisseur est très faible, 0,05 à 0,12 μ. Bien entendu, dans les points ou la section de la membrane a été oblique, elle paraît un peu plus épaisse. Mais grâce aux coupes ultraminces et à un examen attentif, on se rend compte facilement de cette condition spéciale.

Appliquée étroitement contre la paroi propre se trouve une *seconde membrane*, présentant le même aspect général, dense et ayant une épaisseur faible de 0,07 à 0,12 μ. Entre la paroi propre et cette membrane, il ne semble pas y avoir de soudure complète. En certains points, elles sont séparées. Ceci montre qu'entre les deux membranes, il existe une zone de moindre résistance, aisément fissurable. Sur les côtés, en dehors de la face tournée vers l'alvéole, les deux membranes sont distinctes. Dans l'espace qui les sépare, se trouvent des fibrilles élémentaires de réticuline, de 100 à 150 Å de diamètre.

Sur la paroi extérieure du capillaire, on ne peut observer aucune formation qui puisse être considérée comme une assise protoplasmique quelconque, en particulier, rien qui puisse être rapporté à une expansion des cellules alvéolaires du voisinage, ainsi que cela a été postulé jadis par certains et comme on a cru en observer récemment au microscope électronique. Tout spécialement, nous n'avons pas pu retrouver les prolongements en voiles très minces des cellules alvéolaires décrits par F. E. Low ([4]). Les cellules alvéolaires présentent quelquefois des prolongements, mais ils sont courts, trapus et ne s'étendent

([3]) *Anat. Rec.*, **117**, 1953, p. 241.
([4]) *Anat. Rec.*, **118**, 1954, p. 459.

qu'à une faible distance de la cellule, jamais sur la surface alvéolaire des capillaires. Si, sur celle-ci, il existe une couche protoplasmique, elle est inférieure à 100 Å et serait ainsi du type des membranes moléculaires.

Conclusions. — Dans l'ensemble, et dans les conditions techniques de nos recherches, la paroi des capillaires pulmonaires apparaît ainsi comme constituée de deux lames denses, paraissant anhistes, accolées et assez semblables, l'une représentant la paroi propre (basale) du capillaire, l'autre, une émanation de la substance fondamentale de la paroi alvéolaire. Sur les côtés du capillaire, ces deux lames se séparent, la lame d'origine pariétale alvéolaire quittant la paroi propre du capillaire. A ce niveau s'observent de nombreuses fibrilles élémentaires de réticuline.

L'ensemble de ces deux parois, adhérentes du côté alvéolaire du capillaire, a une épaisseur totale de 0,15 à 25 μ, beaucoup plus faible qu'on le supposait précédemment. Cette constatation a de l'intérêt au point de vue de l'échange des gaz.

Dans cette paroi, se trouve une zone virtuelle, facilement décollable, et peut être même normalement décollée en certains points. Ceci constitue un détail intéressant au point de vue histopathologique. Cette zone pourrait, peut-être, être le siège de cheminements de lymphe. Des recherches ultérieures sont nécessaires pour préciser ce point, encore hypothétique jusqu'à présent.

M. **Louis de Broglie** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. René Dugas intitulé : *La Mécanique au* XVIIe *siècle* (*Des antécédents scolastiques à la pensée classique*), dont il a écrit la *Préface*.

M. **Georges Bouligand** fait hommage de la cinquième édition, revue et très augmentée, de son Ouvrage intitulé : *Mécanique rationnelle. Cours et problèmes résolus à l'usage des élèves des Facultés des sciences.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Commission européenne pour l'étude de l'opinion publique et des marchés. *Esomar. VIIe Congrès international, Ostende, 2-8 septembre* 1954. (Tricentenaire de la naissance du Calcul des probabilités et de Jacques Bernoulli.)

2° Loodusuurijate selts Eesti NSV Teaduste Akadeemia Juures (Société des sciences naturelles de l'Académie des sciences de l'Esthonie), 1853-1953. *Loodusuurijate seltsi Juubelikoguteos* (*Volume jubilaire*).

Il signale également trois fascicules polycopiés ou dactylographié.

1° *Le Chevalier de Borda. Le Savant capitaine de vaisseau a été le fondateur de la météorologie*, par ANDRÉ GIRET.

2° *Le Musée de la mer et le Centre d'études scientifiques de Biarritz, son vingtième anniversaire, l'historique de sa fondation*, par ANDRÉ GIRET.

3° *Le Polytechnicien Charles Pravaz, médecin lyonnais.* Conférence faite le 10 juillet 1941 au Grand Amphithéâtre de la Faculté de Droit de Lyon par le Médecin lieutenant-colonel TOURNIER-LASSERVE, médecin-chef de l'École polytechnique.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Théorie générale des propagateurs* I. Note (*) de MM. **HIROOMI UMEZAWA** et **ANTOINE VISCONTI**, présentée par M. Louis de Broglie.

Considérant à titre d'exemple l'électromagnétisme quantique, on montre que l'introduction de sources extérieures fictives et le choix d'une représentation spéciale permettent de définir un opérateur d'évolution qui est la fonction génératrice des divers propagateurs et qui permet d'obtenir les équations fonctionnelles auxquelles ils satisfont.

1. Considérant l'électromagnétisme quantique, nous supposons donné son hamiltonien en représentation de Heisenberg avec une partie représentant une interaction avec des sources fictives η, $\bar{\eta}$, J (qui disparaîtront des résultats définitifs) et que nous écrirons :

$$\mathcal{H}_S(x) = -\lambda\bar{\psi}(x)\eta(x) - \lambda\bar{\eta}(x)\psi(x) - \lambda' J_\mu(x)A_\mu(x) \tag{1}$$

λ et λ' sont deux constantes de couplage. Dans une représentation où les grandeurs de champ satisfont aux équations classiques — sans sources — en représentation de Heisenberg et où les variations du vecteur d'état sont dues aux seules sources extérieures η, $\bar{\eta}$, J, on montre qu'à toute variation arbitraire infinitésimale $\delta\mathcal{H}(x)$ correspond une variation de l'opérateur d'évolution $\mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}}, \sigma_{\mathrm{II}}, \eta, \mathrm{J}]$:

$$\delta\mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}}, \sigma_{\mathrm{II}}, \eta, \mathrm{J}] = -i\int_{\sigma_{\mathrm{II}}}^{\sigma_{\mathrm{I}}} \mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}}, \sigma', \eta, \mathrm{J}]\,\delta\mathcal{H}(x')\,\mathcal{U}[\sigma', \sigma_{\mathrm{II}}, \eta, \mathrm{J}]\,d^4x' \tag{2}$$

où la surface du genre espace σ' passe par le point x'.

En choisissant comme variation $\delta\mathcal{H}$:

$$\delta\mathcal{H}(x) = -\lambda\big(\bar{\psi}(x)\delta\eta(x) + \delta\bar{\eta}(x)\psi(x)\big) - \lambda'\delta J_\mu(x)A_\mu(x) \tag{3}$$

on peut définir toutes les dérivées partielles fonctionnelles de l'opérateur $\mathcal{U}$

(*) Séance du 13 septembre 1954.

par rapport à η, $\bar{\eta}$, J, et écrire la formule de Taylor :

$$(4)\quad \mathcal{U} = \mathbf{1} + \sum \frac{(i)^{m+n}}{m!\,n!} \int \eta(x_1)\ldots\eta(x_n)\,\mathrm{G}[\mathrm{o},\mathrm{o},x_1\ldots x_n, x'_1\ldots x'_m]\,\eta(x'_1)\ldots\eta(x'_m)$$
$$+\sum \frac{(i)^l}{l!} \int \mathcal{G}_{\mu_1\ldots\mu_l}[\mathrm{o},\mathrm{o},z_1\ldots z_l]\,\mathrm{J}_{\mu_1}(z_1)\ldots\mathrm{J}_{\mu_l}(z_l)$$
$$+\sum \frac{(i)^{m+l+n}}{m!\,l!\,n!} \int \eta(x_1)\ldots\eta(x_m)\,\mathfrak{g}_{\mu_1\ldots\mu_l}$$
$$\times[\mathrm{o},\mathrm{o},x_1\ldots x_m, z_1\ldots z_l, x'_1\ldots x'_n]\,\eta(x'_1)\ldots\eta(x'_n)\,\mathrm{J}_{\mu_1}(z_1)\ldots\mathrm{J}_{\mu_l}(z_l),$$

les intégrations sont faites sur les variables deux fois répétées et les divers coefficients de cette formule sont les opérateurs dérivées partielles relatives à η, $\bar{\eta}$, J lorsque ces fonctions sont nulles. On montre que

$$(5a)\quad \mathrm{G}[\eta, \mathrm{J}, x_1\ldots x_n, x'_1\ldots x'_m]$$
$$=\lambda^{m+n}\Big(\sigma_{\mathrm{I}}, \mathrm{P}\big(\psi(x_1)\ldots\psi(x_n)\,\bar{\psi}(x'_1)\ldots\bar{\psi}(x'_m)\big), \sigma_{\mathrm{II}}\Big)\,\varepsilon_{m+n}(x_1\ldots x'_1\ldots),$$

$$(5b)\quad \mathcal{G}_{\mu_1\ldots\mu_l}[\eta, \mathrm{J}, z_1\ldots z_l] = \lambda'^l\Big(\sigma_{\mathrm{I}}, \mathrm{P}\big(\mathrm{A}_{\mu_1}(z_1)\ldots\mathrm{A}_{\mu_l}(z_l)\big), \sigma_{\mathrm{II}}\Big),$$

$$(5c)\quad \mathfrak{g}_{\mu_1\ldots\mu_l}[\eta, \mathrm{J}, x_1\ldots x_m, z_1\ldots z_l, x'_1\ldots x'_n]$$
$$=\lambda^{m+n}\lambda'^l\Big(\sigma_{\mathrm{I}}, \mathrm{P}\big(\psi(x_1)\ldots\psi(x_m)\,\bar{\psi}(x'_1)\ldots\bar{\psi}(x'_n)$$
$$\times\mathrm{A}_{\mu_1}(z_1)\ldots\mathrm{A}_{\mu_l}(z_l)\big), \sigma_{\mathrm{II}}\Big)\,\varepsilon_{m+n}(x_1\ldots x'_1\ldots),$$

où ε_{m+n} est le produit de toutes les fonctions $\varepsilon(x)$ formées à l'aide des coordonnées primées et non primées et où par définition

$$(6)\quad \big(\sigma_{\mathrm{I}}, \mathrm{A}(x)\,\mathrm{B}(x'), \sigma_{\mathrm{II}}\big) \equiv \mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}}, \sigma, \eta, \mathrm{J}]\,\mathrm{A}(x)\,\mathcal{U}[\sigma, \sigma', \eta, \mathrm{J}]\,\mathrm{B}(x')\,\mathcal{U}[\sigma', \sigma_{\mathrm{II}}, \eta, \mathrm{J}].$$

Les valeurs moyennes pour $\eta = \bar{\eta} = \mathrm{o}$, $\mathrm{J} = \mathrm{o}$ dans le vide de (5a), (5b), (5c) définissent les fonctions de point ou propagateurs

$$(7)\quad \mathrm{G}(x_1\ldots x_n, x'_1\ldots x'_n);\qquad \mathcal{G}_{\mu_1\ldots\mu_p,\,\mu_{1'}\ldots\mu_{p'}}(z_1\ldots z_p, z_{1'}\ldots z_{p'})\qquad p+p' = \text{pair}.$$

grandeurs proportionnelles aux éléments de matrice de transition entre n électrons $x_1\ldots x_n$ (ou p photons $z_1\ldots z_p$) sur σ_{I} et n électrons $x'_1\ldots x'_n$ (ou p' photons $z_{1'}\ldots z_{p'}$) sur σ_{II}. Une interprétation analogue peut être donnée pour $\mathfrak{g}$.

Les équations auxquelles satisfont les propagateurs peuvent s'obtenir en dérivant successivement par rapport à η, $\bar{\eta}$, J l'équation génératrice

$$(8)\quad \left(\gamma_\mu\partial_\mu + m - e_1\gamma_\mu\frac{\delta}{\delta\,\mathrm{J}_\mu(x)}\right)\frac{\delta\,\mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}},\sigma_{\mathrm{II}},\eta,\mathrm{J}]}{\delta\,\bar{\eta}(x)} = i\lambda^2\,\eta(x)\,\mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}},\sigma_{\mathrm{II}},\eta,\mathrm{J}],$$

où $e_1 = (e/\lambda')$. On obtient enfin sans difficultés les équations différentielles fonctionnelles pour les propagateurs normés correspondant aux propagateurs définis en (7) divisés par $\langle\mathrm{o}\,|\,\mathcal{U}[\sigma_{\mathrm{I}}, \sigma_{\mathrm{II}}, \eta = \mathrm{o}, \mathrm{J}]\,|\,\mathrm{o}\rangle$ (¹).

(¹) J. Schwinger dans les *Proc. Nat. Ac.*, 37, 1954, p. 452, a donné ces équations pour les propagateurs de un ou deux corps.

2. Les propriétés physiques importantes rappelées précédemment justifient le nom de propagateurs que nous venons d'utiliser. L'interprétation de $\mathfrak{g}$ requiert l'introduction de la fonction Γ attachée à un sommet (G et $\mathcal{G}$ dans ce qui suit sont normés) :

(9) $$\Gamma_\nu(z, x, x') = \frac{\delta G^{-1}[J, x, x']}{e_1 \delta\, \mathcal{G}_\nu[J, z]}\Big]_{J=0}.$$

On peut alors définir le noyau $\mathfrak{M}(x, x')$ correspondant à l'énergie propre :

(10) $$\mathfrak{M}(x, x') = ie_1^2 \int \gamma_\mu G(x, \xi_1)\, \Gamma_\nu(\zeta, \xi_1, x')\, \mathcal{G}_{\nu\mu}(\zeta, x)\, d\zeta\, d\xi_1$$

qui satisfait à

(11) $$-e_1 \gamma_\mu \frac{\delta}{\delta J_\mu(x)} G[J, x, x']\Big]_{J=0} = \int \mathfrak{M}(x, \xi)\, G(\xi, x')\, d\xi.$$

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Propagation des ondes électromagnétiques du type électrique transversal* (TE) *dans un guide contenant des ferrites*. Note (*) de MM. **Alfred Chevalier** et **Erseo Polacco**, présentée par M. Louis de Broglie.

Sous l'action d'un champ magnétique extérieur constant H_0 le milieu ferrique contenu dans le guide devient anisotrope. $\vec{H}_0$ étant parallèle à Oy, la relation qui relie le vecteur $\vec{H}$ de l'onde au vecteur $\vec{B}$ se présente sous la forme ([1])

$$\left.\begin{aligned} B_x &= \mu H_x + j\alpha H_z \\ B_y &= \mu_y H_y \\ B_z &= -j\alpha H_x + \mu H_z \end{aligned}\right\} \left[j = (-1)^{\frac{1}{2}}\right].$$

M. L. Kales ([2]) a démontré que si H_0 est parallèle à la direction de propagation de l'onde il y a impossibilité de propagation pour les modes TE, TM, TEM. Mais si H_0 est perpendiculaire à la direction de propagation, si le guide d'onde est rectangulaire et si H_0 est parallèle à l'épaisseur du guide, il existe un mode TE_{m0}.

L'onde qui se propage dans le guide est de la forme

$$\vec{E} = \vec{E}\exp[j(\gamma z + \omega t)], \quad \vec{H} = \vec{H}\exp[j(\gamma z + \omega t)], \quad \vec{B} = \vec{B}\exp[j(\gamma z + \omega t)],$$

où $\vec{E}$, $\vec{H}$, $\vec{B}$ sont indépendants de y.

Pour satisfaire aux conditions aux limites, il est nécessaire de prendre $E_x = E_z = H_y = 0$. Les équations de Maxwell se réduisent alors au système

(*) Séance du 23 août 1954.

([1]) D. Polder, *Phyl. Mag.*, 40, 1949, p. 99.

([2]) *J. Appl. Phys.*, 24, 1953, p. 604.

suivant :

$$(1)\qquad \begin{cases} jE_y - j\dfrac{\omega\mu}{c}H_x + \dfrac{\omega\alpha}{c}H_z = 0, \\ \dfrac{\partial E_y}{\partial_x} + \dfrac{\omega\alpha}{c}H_x + \dfrac{\omega\mu}{c}H_z = 0, \\ j\dfrac{\omega\varepsilon}{c}E_y - j\gamma H_x + \dfrac{\partial H_z}{\partial_x} = 0. \end{cases}$$

Si l'on tire H_x et H_z, en fonction de E_y et de $\partial E_y/\partial_x$, des deux premières équations et si l'on substitue dans la troisième, on trouve

$$(2)\qquad \left[1 - \frac{c^2\gamma^2}{\omega^2\varepsilon\mu\left(1-\dfrac{\alpha^2}{\mu^2}\right)}\right]E_y + \frac{c^2}{\omega^2\varepsilon\mu\left(1-\dfrac{\alpha^2}{\mu^2}\right)}\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = 0.$$

L'équation (2) admet une solution de la forme $E_y = E\sin(m\pi/a)x$ pour

$$(3)\qquad \gamma^2 = \frac{\omega^2\varepsilon\mu}{c^2}\left(1-\frac{\alpha^2}{\mu^2}\right) - \frac{m^2\pi^2}{a^2},$$

où a est la largeur du guide.

La solution est

$$(4)\qquad \begin{cases} E_y = E\mu\left(1-\dfrac{\alpha^2}{\mu^2}\right)\sin\dfrac{m\pi}{a}x\exp[j(\gamma z+\omega t)], \\ H_x = E\dfrac{\omega}{c}\left(\gamma\sin\dfrac{m\pi}{a}x + \dfrac{\alpha}{\mu}\dfrac{m\pi}{a}\cos\dfrac{m\pi}{a}x\right)\exp[j(\gamma z+\omega t)], \\ H_z = E\dfrac{\omega}{c}\left(\dfrac{m\pi}{a}\cos\dfrac{m\pi}{a}x + \dfrac{\alpha}{\mu}\gamma\sin\dfrac{m\pi}{a}x\right)\exp[j(\gamma z+\omega t)], \end{cases}$$

où E est une constante arbitraire.

Si α et μ sont tous deux réels, le système (4) devient

$$(5)\qquad \begin{cases} E_y = E\mu\left(1-\dfrac{\alpha^2}{\mu^2}\right)\sin\dfrac{m\pi}{a}x\sin(\gamma z+\omega t), \\ H_z = E\dfrac{c}{\omega}\left(\dfrac{m\pi}{a}\cos\dfrac{m\pi}{a}x + \dfrac{\alpha}{\mu}\gamma\sin\dfrac{m\pi}{a}x\right)\cos(\gamma z+\omega t). \\ H_x = E\dfrac{c}{\omega}\left(\gamma\sin\dfrac{m\pi}{a}x + \dfrac{\alpha}{\mu}\dfrac{m\pi}{a}\cos\dfrac{m\pi}{a}x\right)\sin(\gamma z+\omega t), \end{cases}$$

On peut tirer les conséquences suivantes de (2) :

a. Pour $\gamma = 0$ nous obtenons la fréquence de coupure

$$\nu_c = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}\frac{m}{2a}\left(1-\frac{\alpha^2}{\mu^2}\right)^{\frac{1}{2}};$$

b. D'autre part, si $cm/\omega a \to 0$, on retrouve l'indice de réfraction pour la propagation libre

$$n^2 = \frac{\varepsilon}{\mu}(\mu^2 - \alpha^2).$$

RADIOÉLECTRICITÉ. — *Le théorème de réciprocité appliqué aux jonctions de guides d'ondes polarisées elliptiquement.* Note (*) de M. **Georges Pircher**, présentée par M. Louis de Broglie.

Soit une jonction de n guides d'ondes polarisées elliptiquement et dans chaque guide i, un plan de référence Π_i.

En Π_i existent deux ondes : une onde A_i vers la jonction, une onde B_i sortant de la jonction; chaque onde peut être représentée soit par deux composantes orthogonales polarisées rectilignement, soit par deux composantes rotatoires directe et inverse par rapport au sens de propagation de l'onde.

Aux composantes rectilignes correspondent deux amplitudes $\begin{vmatrix} a_i \\ a'_i \end{vmatrix}$ pour l'onde entrante et $\begin{vmatrix} b_i \\ b'_i \end{vmatrix}$ pour l'onde sortante telles que : $(1/2)\, a_i a_i^* = P_i$, puissance incidente dans le guide i, afférente à la composante considérée, et de même pour les autres composantes.

Il est connu que l'on a

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} b_1 \\ b'_1 \\ \dots \\ b_i \\ b'_i \\ \dots \\ b_n \\ b'_n \end{vmatrix} = M \begin{vmatrix} a_1 \\ a'_1 \\ \dots \\ a_i \\ a'_i \\ \dots \\ a_n \\ a'_n \end{vmatrix},$$

M étant une matrice symétrique d'après le théorème de réciprocité.

La relation (1) peut être considérée comme l'écriture dans une base T d'une relation vectorielle :

$$(2) \qquad B_i = \sum_{j=1}^{n} F_{ij} A_j,$$

B_i étant un vecteur représenté dans la base T par la colonne $\begin{vmatrix} b_i \\ b'_i \end{vmatrix}$;

A_j étant un vecteur représenté dans la base T par la colonne $\begin{vmatrix} a_j \\ a'_j \end{vmatrix}$,

F_{ij} étant un opérateur linéaire.

La base $T = [V, V']$ est formée de deux vecteurs oscillants orthogonaux d'amplitude 1 telle que

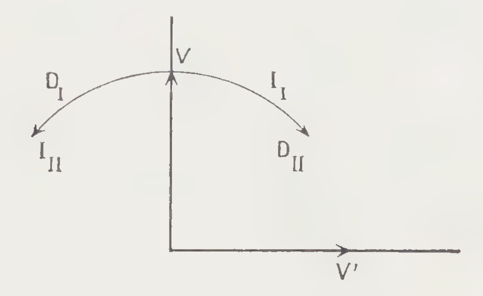
$$(3) \qquad \text{moyenne dans le temps de } \bar{T}T = \frac{1}{2}.$$

(*) Séance du 26 juillet 1954.

Chaque F_{ij} est représenté dans la base T par une matrice M_{ij} telle que

(4) $$M_{ij} = \text{symétrique de } M_{ji} = \overline{M^{\star}_{ji}} \text{ puisque M est symétrique}$$

(le signe $\overline{}$ signifie ici la transposition et * la conjugaison).



Soit une autre base formée de deux vecteurs de longueur unité tournant dans le sens direct et dans le sens inverse par rapport à la direction de propagation, à la vitesse ω (pulsation). On définit ainsi, pour les ondes entrantes une base :

$$S_I = [D_I \, I_I]$$

et pour les ondes sortantes une base $S_{II} = [D_{II} \, I_{II}]$ telles que

(5) moyenne dans le temps de $\overline{S_I} S_I$ et de $\overline{S_{II}} S_{II}$ égale 1 ;

T, S_I, S_{II} sont reliées par

(6) $$S_{II} = S_I Q, \qquad T = S_I K_I, \qquad T = S_{II} K_{II}.$$

Pour une disposition des vecteurs de base représentée (*fig.*), on a

(7) $$K_I = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1-j \\ 1+j \end{vmatrix}, \qquad K_{II} = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1+j \\ 1-j \end{vmatrix},$$

(8) $$Q = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Les matrices M_{ij} se tranforment dans les nouvelles bases en matrices μ_{ij} telles que :

(9) $$\mu_{ij} = Q^{-1} K_I M_{ij} K_I^{-1}$$

d'après (4) et (1) on vérifie

(10) $$\mu_{ij} = \text{symétrique de } \mu_{ji} = \overline{\mu^{\star}_{ji}}.$$

On peut considérer une seule base commune S au lieu de S_I et S_{II} si l'on prend soin de préciser à chaque fois le sens de propagation.

Dans S, A_i et B_i sont représentés par les colonnes $\begin{vmatrix} \alpha_i \\ \alpha'_i \end{vmatrix}$ et $\begin{vmatrix} \beta_i \\ \beta'_i \end{vmatrix}$ qui sont les amplitudes des composantes rotatoires directes et inverses de chaque onde :

On peut écrire :

$$(11)\qquad \begin{vmatrix} \beta_1 \\ \beta'_1 \\ \cdot\,\cdot \\ \beta_i \\ \beta'_i \\ \cdot\,\cdot \\ \beta_n \\ \beta'_n \end{vmatrix} = \mu \begin{vmatrix} \alpha_1 \\ \alpha'_1 \\ \cdot\,\cdot \\ \alpha_i \\ \alpha'_i \\ \cdot\,\cdot \\ \alpha_n \\ \alpha'_n \end{vmatrix}$$

et d'après (10) μ est symétrique.

Considérons le cas où k guides aboutissant à la jonction ne peuvent transmettre qu'une onde polarisée rectiligne.

Soit i un de ces guides, à ce moment :

$$(12)\qquad \begin{cases} \alpha_i = \alpha'_i, & \text{avec } \alpha_i + \alpha'_i = a_i, \\ \beta_i = \beta'_i, & \text{avec } \beta_i + \beta'_i = b_i. \end{cases}$$

Dans (11) α_i et α'_i se remplacent par $a_i/2$; β_i et β'_i par $b_i/2$.

Les deux équations fournissant β_i et β'_i sont identiques.

Les termes en α_i et α'_i sont identiques et peuvent être groupés :

$$m\alpha_i + m\alpha_i = ma_i.$$

La matrice μ de rang $2n$ dégénère alors en une matrice ν carrée, symétrique de rang $2n - k$.

PHYSIQUE ATOMIQUE. — *Influence du champ magnétique sur la polarisation de la radiation 2139 Å émise en résonance optique par un atome de zinc.* Note de Mme **Marthe Spitzer**, présentée par M. Francis Perrin.

La raie 2 139 Å est la première raie de résonance vraie de l'atome de zinc. C'est la raie qui correspond en absorption au passage de l'état normal $4s^2\,{}^1S_0$ à l'état excité le plus bas des niveaux singulets, l'état $4s\,5p\,{}^1P_1$. Elle correspond à la raie 1 849 Å du mercure et 2 288 Å du cadmium. Quoique la raie 2 139 Å soit d'une étude photographique moins commode encore que la raie 2 288 Å, le zinc présente sur le cadmium l'avantage suivant. Le mélange naturel des isotopes ne comprend qu'une faible proportion, 4 %, d'isotopes impairs à spin non nul, tandis que le cadmium en contient une proportion de 25 %. On se trouve donc avec le zinc et la raie 2 139 Å dans des conditions qui se rapprochent le plus de celles de l'oscillateur classique à électron, grâce à l'absence de spin pour le noyau aussi bien que pour l'électron.

Dans le montage expérimental réalisé, le taux de polarisation étudié est celui p_2 qui résulte des intensités I_1 et I_2 des deux faisceaux sortant d'un wollaston calé de façon que les vibrations de ces deux faisceaux soient à 45° de la vibration rectiligne excitatrice du phénomène de résonance, le champ magnétique

étant dans la direction de l'observation. La théorie classique, confirmée par la théorie quantique de la diffusion en supposant la raie excitatrice large et non renversée, peut se faire facilement à partir de la notion de rotation de Larmor de vitesse angulaire $\omega = eH/2mc$ et de la répartition exponentielle des durées de vie de l'atome excité $\exp(-t/T)$, T étant la durée moyenne de vie.

$$I_1 = K\int_0^{\infty} \cos^2\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right)\exp\left(-\frac{t}{T}\right)dt, \qquad I_2 = K\int_0^{\infty} \cos^2\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)\exp\left(-\frac{t}{T}\right)dt.$$

On en déduit

$$p_2 = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} = \frac{\displaystyle\int_0^{\infty} \sin 2\omega t \exp\left(-\frac{t}{T}\right)dt}{\displaystyle\int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{t}{T}\right)dt} = \frac{2\omega T}{1 + 4\omega^2 T^2}$$

et posant

$$\omega T = \frac{eHT}{2mc} = \frac{H}{2H_0}, \qquad H_0 = \frac{mc}{e}\,\frac{1}{T} = \frac{5,72.10^{-8}}{T}$$

on a l'expression

$$p_2 = \frac{\dfrac{H}{H_0}}{1 + \left(\dfrac{H}{H_0}\right)^2}$$

qui pour des champs H faibles devant H_0 se réduit à $p_2 = H/H_0$. Il en résulte, à partir de la mesure de p_2 en fonction de H, la possibilité du calcul de H_0 et par suite de T.

La vapeur de zinc soumise à la résonance optique est enfermée dans un tube de silice fondue placé à l'intérieur de deux fours à enroulements compensés dont l'un contrôle la pression de la vapeur, l'autre interdit la condensation sur les régions du tube par où passe la lumière. L'ensemble est dans l'axe de deux bobines où passe le courant continu qui crée le champ magnétique. La lumière réémise dans l'axe des bobines est soumise au wollaston. Des lentilles de silice fondue et de quartz forment sur une plaque deux images de la trace du faisceau excitateur traversant à angle droit le tube de résonance. Étant donnée la longueur d'onde du rayonnement, les plaques ont été sensibilisées au salicylate de soude et les deux prismes du wollaston ont été adhérisés pour éviter l'absorption par la substance qui les aurait collés. La lumière de la lampe excitatrice traverse un monochromateur dont le prisme de quartz a son arête taillée parallèlement à l'axe cristallin. Il sert à la fois à séparer dans la lumière la région spectrale utilisée et à n'en conserver que la partie polarisée à angle droit de la direction d'observation. Suivant une méthode décrite ailleurs (1), une partie de la lumière excitatrice est envoyée sur un petit spectrographe dont le colli-

(1) P. Soleillet et J. Martelly, *Journal de Physique*, 2, 1941, p. 109.

mateur est convenablement diaphragmé pour donner sur une plaque une tache dégradée dont on connaisse la loi de variation de l'éclairement.

Cette plaque ainsi que celle servant à l'observation de la résonance ont été découpées dans la même plaque, la sensibilisation ayant été effectuée avant que les deux parties n'aient été séparées. Développées en même temps dans des conditions identiques ces plaques sont étudiées ultérieurement au microphotomètre. Cette étude fournit I_1/I_2 et par suite p_2. La lampe excitatrice est une lampe spectrale Philipps à zinc. Son enveloppe de protection en verre a été enlevée et remplacée par un manchon d'amiante percé de trous. Des dispositions spéciales ont été utilisées pour éviter la condensation du zinc sur les portions de paroi de la lampe par où doit sortir la lumière.

Dans ces conditions les résultats obtenus ont été les suivants. Dans le domaine où la valeur absolue de H ne dépasse pas 50 gauss, la formule $p = H/H_0$ est vérifiée avec $H_0 = 132$ gauss. On en déduirait pour la durée moyenne de vie à l'état excité la valeur $T = 4,3\ 10^{-10}$. Comme dans le cas d'une étude qui a été faite de la raie de résonance 2288 Å du cadmium (²), cette valeur est beaucoup plus faible, cinq fois environ, que la durée moyenne de vie de l'oscillateur classique à électron qui pour cette fréquence correspond à la valeur de 2.10^{-9}.

Comme dans ce dernier cas, ce résultat traduit peut être le fait que la raie excitatrice n'est pas à la fois large et non renversée.

PHYSIQUE ATOMIQUE. — *Sur la mesure de la durée de vie d'un état excité par résonance optique*. Note de M. **Paul Soleillet**, présentée par M. Francis Perrin.

L'influence du champ magnétique sur la polarisation de la radiation émise par résonance optique d'un atome permet en principe la mesure de la durée moyenne de vie de l'atome dans l'état excité par cette résonance. En fait on peut se rendre compte que l'on ne peut avoir de conclusion nette que si l'on est sûr que la raie excitatrice n'est pas sensiblement renversée.

La théorie quantique de la diffusion par un atome du rayonnement contenu dans une maille permet le calcul de la probabilité de présence d'un quantum dans l'une des composantes du rayonnement après disparition d'un quantum dans une autre composante. Ce calcul, dans le cas de raies de résonance à effet Zeeman normal, telles que les raies 2288 Å du cadmium et 2139 Å du zinc, est particulièrement simple du fait qu'il n'intervient pour l'atome qu'un seul état inférieur m et trois états supérieurs μ', μ, μ''. D'ailleurs dans le cas où les vecteurs f_0 et f, caractérisant les types de vibration de la radiation excitatrice et de la radiation observée, sont perpendiculaires au champ magnétique, l'état

(²) P. Soleillet et J. Ploquin, *Comptes rendus*, **217**, 1943, p. 368.

supérieur d'énergie intermédiaire μ n'intervient pas non plus. Dans ces conditions après intégration par rapport aux fréquences diffusées de même type f puis par rapport aux fréquences excitatrices du même type f_0, on obtient pour la lumière diffusée comme taux de polarisation par rapport aux types f_1 et f_2 complémentaires, c'est-à-dire comme quantité $P = (P_1 - P_2)/(P_1 + P_2)$, où P_1 et P_2 sont les probabilités pour que le quantum diffusé soit de type f_1 ou de type f_2, une expression où figurent les intégrales

$$I_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{n(u)\,du}{(u+\varepsilon)^2 + \Gamma^2}, \qquad I_2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{n(u)\,du}{(u-\varepsilon)^2 + \Gamma^2},$$

$$I_0 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{n(u)\,du}{[(u+\varepsilon)^2 + \Gamma^2][(u-\varepsilon)^2 + \Gamma^2]}.$$

C'est ainsi que dans le cas, qui correspond à un montage effectivement réalisé dans l'étude des raies 2288 Å du cadmium et 2 139 Å du zinc [1], [2], où f_0, f_1, f_2 sont perpendiculaires au champ magnétique, f_1 et f_2 étant à 45° de f_0, on a l'expression

$$p_2 = \frac{4 I_0 \Gamma \varepsilon}{I_1 + I_2}.$$

Dans ces formules ε représente la fréquence qui correspond à la différence d'énergie entre les états supérieurs μ et μ' ou μ'' et μ, $2\pi\varepsilon = \omega$ où ω est la vitesse angulaire de la rotation de Larmor $\omega = eH/2mc$. Γ est le coefficient d'amortissement lié à la durée de vie T par la relation $4\pi\Gamma T = 1$. u est la différence entre la fréquence de la radiation excitatrice et la fréquence correspondant au passage de l'état μ à l'état m. $n(u)$ est une fonction de u représentant la composition en fréquence de la radiation excitatrice.

Le cas où n est indépendant de u, $n = n_0$, est celui de l'excitation par une raie large non renversée. On a alors

$$I_1 = I_2 = \frac{n_0 \pi}{\Gamma}, \qquad I_0 = \frac{n_0 \pi}{2\Gamma(\Gamma^2 + \varepsilon^2)}$$

d'où l'on déduit

$$p_2 = \frac{\Gamma \varepsilon}{\Gamma^2 + \varepsilon^2} = \frac{2\omega T}{1 + 4\omega^2 T^2}$$

qui est la formule que donnerait un raisonnement semi-classique. p_2 est alors égal à ω/Γ pour ε petit, à Γ/ε pour ε grand.

Mais ce n'est pas le résultat que donnerait une autre distribution des fréquences. Si cette distribution présente un creux au voisinage de $u = 0$, on se rend compte facilement que p_2 va se trouver diminué pour les mêmes ε et Γ, car I_0 diminuera proportionnellement plus que $I_1 + I_2$. Un calcul très suggestif peut être fait dans le cas où la distribution présenterait la forme

$$n(u) = n_0 \left[1 - \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + u^2} \right],$$

où $n(u)$, nulle pour $u=0$, prend la valeur n_0 pour u beaucoup plus grand que γ, le creux étant d'autant plus large que γ est grand.

Alors

$$I_1 = I_2 = \frac{n_0 \pi}{\Gamma} \frac{\Gamma(\Gamma+\gamma)+\varepsilon^2}{(\Gamma+\gamma)^2+\varepsilon^2}, \qquad I_0 = \frac{n_0\pi}{2\Gamma} \frac{1}{(\Gamma+\gamma)^2+\varepsilon^2}.$$

D'où

$$p_2 = \frac{\varepsilon\Gamma}{\varepsilon^2+\Gamma(\Gamma+\gamma)}.$$

Comparant cette formule à celle du cas où n est uniforme, on voit que si γ est petit par rapport à Γ, le creux ne modifie pas le résultat. Mais, si γ est grand par rapport à Γ, pour ε petit par rapport à $\sqrt{\gamma\Gamma}$, p_2 égale ε/γ, c'est-à-dire est réduit dans le rapport Γ/γ, tandis qu'il conserve sa valeur Γ/ε pour ε plus grand.

On voit ainsi que les résultats que l'on tirerait de la mesure de p_2 en fonction de H et de l'application de la formule classique peuvent être fort erronés en ce qui concerne la valeur de T. Ils conduisent à attribuer à T des valeurs trop faibles si la raie excitatrice est fortement renversée.

C'est sans doute ce qui s'est produit dans les expériences faites antérieurement sur la raie 2288 Å du cadmium ([1]) et dans celles toutes récentes sur la raie 2139 Å du zinc ([2]).

Les considérations présentées ici sont aussi en accord avec les expériences de M. R. Lennuier ([3]) sur la raie 2537 Å du mercure où la raie excitatrice a été systématiquement rendue creuse.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur le schéma de niveaux du* ^{237*}Np. Note (*) de MM. **John Milsted**, **Salomon Rosenblum** et **Manuel Valadares**, présentée par M. Francis Perrin.

Le schéma de niveaux de ^{237*}Np est donné ainsi que la nature et la polarité des radiations γ impliquées. La précision des mesures γ est suffisante pour montrer que les énergies varient dans le sens indiqué par la formule corrigée de Bohr-Mottelson.

On peut faire les remarques suivantes sur la nature et la polarité des six rayonnements γ observés précédemment ([1]) dans la transmutation $^{241}\text{Am} \rightarrow {}^{237}\text{Np}$.

Rayonnement γ *de* 98,84 keV. — Nous avons détecté quatre raies de conver-

---

([1]) P. Soleillet et J. Ploquin, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 368.

([2]) M. Spitzer, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 696.

([3]) *Ann. Phys.*, 2, 1947, p. 233.

(*) Séance du 9 août 1954.

([1]) J. Milsted, S. Rosenblum et M. Valadares, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 259 ; *voir* la bibliographie donnée dans cette publication.

sion et les intensités relatives de ces raies permettent de classer ce rayonnement comme un quadrupôle électrique (E 2). Il correspond à la transition $4 \rightarrow 2$ du schéma de niveaux.

Rayonnement γ *de* 59,62 keV. — Un rayonnement de 60 keV a été observé par compteur proportionnel, par spectrographie cristalline, par des cristaux à scintillations et par spectrographie des électrons de conversion. D'après Beling, Newton et Rose, ce rayonnement est un dipôle électrique (E 1) tandis que Browne le considère comme un mélange (M 1 + E 2). Le résultat de Beling, Newton et Rose provient de la mesure du nombre de photons de ce rayonnement : 0,40 par particule α (à comparer avec la valeur 0,32 de Prohaska et le fait que Dunlavey et Seaborg ont observé que 44 % des particules α n'ont pas d'électron associé); en effet, cette valeur conduit à un coefficient de conversion maximum de 1,5. Par contre, Browne conclut d'une façon assez indirecte (à partir de l'intensité des différentes raies de fluorescence du spectre L) qu'il s'agit d'un mélange (M 1 + E 2); or, l'extrême complexité que nous avons observée dans le spectre des électrons de conversion montre qu'il est aléatoire de déduire du spectre de fluorescence L la nature et la polarité du rayonnement γ de 59,62 keV.

Le rapport expérimental des intensités $L_{I}:L_{III}$ (raies de 37,15 et 41,97 keV) est de 1 : 1,2; la raie de conversion en L_{II} (38,02 keV) paraît plus intense parce qu'elle se superpose avec une raie de conversion du rayonnement γ de 43,36 keV.

Rayonnement γ *de* 55,46 keV. — Ce rayonnement n'avait jamais été signalé dans aucune des trois transmutations qui conduisent au ^{237*}Np. Il correspond à la transition $4 \rightarrow 3$ du schéma de niveaux. Nous avons observé cinq raies de conversion, dont les raies L_{I} et L_{II} ayant la même intensité. Ceci permet de conclure qu'il ne s'agit pas d'un rayonnement pur M 1 ou E 2. Le rayonnement de 55,46 keV peut-être un mélange (M 1 + E 2) ou un E 1, mais le fait qu'on n'a pas observé ce rayonnement par spectrographie cristalline porte plutôt à penser qu'il s'agit d'un mélange (M 1 + E 2).

Rayonnement γ *de* 43,36 keV. — Nous avons observé quatre raies correspondant à la conversion en L_{I}, L_{II}, L_{III} et O_{I}, la conversion dans les couches M et N étant cachée par des raies très fortes de conversion appartenant à d'autres rayonnements.

Pour les mêmes raisons que pour le rayonnement de 55,46 keV, il est probable que le rayonnement de 43,36 keV soit un mélange (M 1 + E 2); on pourra calculer les proportions du mélange d'après le rapport de conversion dans les trois sous-niveaux L : L_{I}, L_{II}, L_{III} = 90, 96, 100.

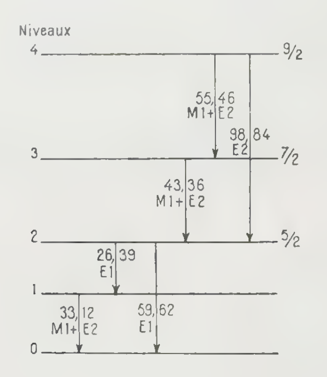
Rayonnement γ *de* 33,12 keV. — Un rayonnement γ de cette énergie a été observé par spectrographie cristalline, mais des mesures au compteur proportionnel ont mis en doute ce résultat ; le rayonnement observé pourrait en effet être dû aux impuretés de lanthane. Nous avons pu caractériser ce rayonnement

par sept raies de conversion et, d'après les intensités relatives de ces raies, il doit s'agir d'un mélange (M 1 + E 2).

Rayonnement γ *de* 26,39 keV. — Ce rayonnement a été observé par compteur proportionnel, par spectrographie cristalline et par spectrographie à scintillations. Nous avons observé deux raies de conversion correspondant à ce rayonnement.

Beling, Newton et Rose ont conclu que ce rayonnement est un dipôle électrique. D'après l'étude du spectre α, les transitions de 26,39 et 33,12 keV doivent avoir sensiblement la même probabilité ; or, l'analyse du spectre d'électrons de conversion montre que le rayonnement de 26,39 keV est beaucoup moins converti que celui de 33,12 keV (M 1 + E 2), ce qui est en faveur de l'hypothèse qu'il s'agit d'un E 1.

L'étude simultanée du spectre α et celle du spectre γ permet d'établir le schéma des cinq premiers niveaux du ^{237*}Np comme le montre la figure.



Rasmussen (²) et Asaro et Perlman (³) ont conclu, d'après les mesures du spectre α, que les niveaux 2, 3 et 4 devraient être des niveaux de rotation d'accord avec la formule de Bohr-Mottelson

$$E_{rot} = \frac{\hbar^2}{2\mathcal{J}} I(I+1).$$

Les niveaux 2, 3 et 4 auraient respectivement les spin 5/2, 7/2 et 9/2.

Les données d'énergie plus précises nous ont permis de recalculer la valeur de I pour le niveau 2 ; on trouve la valeur $I_0 = 2,58$. L'écart entre cette valeur et 5/2 est dans le sens prévu par la formule corrigée de Bohr-Mottelson (⁴).

(²) J. O. Rasmussen, *Jr. Arkiv för Fysik*, 7, 1953, p. 185.

(³) F. Asaro et I. Perlman, *Phys. Rev.*, 93, 1954, p. 1423.

(⁴) Aage Bohr, *Thèse*, Copenhague, 1954, p. 24.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'efficacité radiochimique relative du rayonnement mixte de la pile atomique et des rayons γ*. Note de M. **Adolphe Chapiro**, présentée par M. Francis Perrin.

Au cours des dernières années, différents chercheurs ont utilisé le rayonnement mixte qui existe à l'intérieur d'une pile atomique pour amorcer des réactions radiochimiques. On sait que ce rayonnement est constitué essentiellement par des neutrons lents, des neutrons rapides et des rayons γ de fission, de capture et de désintégration. Sa complexité rend très difficile la détermination exacte de l'énergie dissipée dans le milieu irradié. On exprime généralement la dose de rayonnement reçue par le flux de neutrons lents ayant traversé l'échantillon étudié. Mais cette grandeur n'est proportionnelle à l'énergie dissipée qu'en première approximation. En effet, l'intensité du rayonnement γ associé à un flux de neutrons lents donné peut varier dans de larges limites selon les caractéristiques de la pile, la position dans une même pile et, pour une position donnée, selon l'âge des barreaux d'uranium.

Pour avoir une idée de l' « efficacité radiochimique » du rayonnement de la pile, il est intéressant de comparer l'action chimique de ce rayonnement à celle d'un rayonnement simple comme les rayons γ par exemple et de déterminer la dose de rayons γ qui produit les mêmes transformations chimiques que le rayonnement de la pile associé à un flux de neutrons lents donné.

Une telle détermination a été faite récemment par MM. Alexander, Charlesby et Ross ([1]) qui ont étudié la dégradation radiochimique du polyméthacrylate de méthyle sous l'action du rayonnement de la pile B.E.P.O. de Harwell et des rayons γ du ^{60}Co. Ces auteurs ont trouvé que le rayonnement de la pile, associé à un flux de 10^{17} neutrons/cm^2 (1 unité de dose) produisait la même dégradation qu'une dose de rayons γ de 46 mégarœntgens.

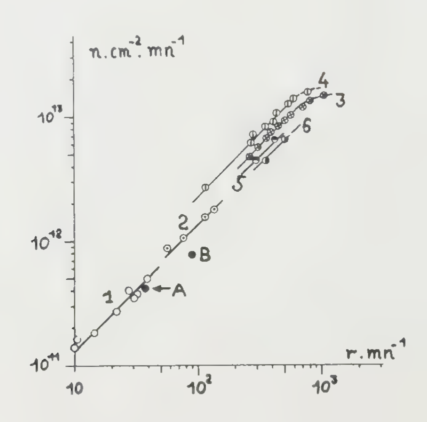
D'après les résultats de Wright ([2]) qui a étudié l'oxydation du sulfate ferreux dans la même pile, on peut déduire qu'une unité de dose du rayonnement de la pile (10^{17} n/cm^2) est équivalente à 26 Mr ou 35 Mr selon que l'on attribue à l'oxydation du sulfate ferreux par les rayons γ un rendement radiochimique $G_{Fe^{+++}}$ égal à 20 ou à 15 respectivement.

Remarquons que la dose de rayons γ « équivalente » à une unité de dose du rayonnement de la pile doit dépendre de la nature du système considéré. En effet, l'absorption des neutrons lents dépend essentiellement de la section de capture totale des éléments irradiés, tandis que l'absorption des rayons γ est déterminée par la densité électronique du milieu.

([1]) *Proc. Roy. Soc.*, A 223, 1954, p. 392.

([2]) *Farad. Soc. Discuss.*, 12, 1952, p. 60.

Cependant, si l'on se borne à considérer des systèmes chimiques qui ne renferment que des éléments à faible section de capture (C, O, N, etc.) et dont la teneur en H n'est pas très différente, on peut s'attendre à trouver une valeur quasi constante de l'efficacité relative du rayonnement de la pile par rapport aux rayons γ.



Nous avons rassemblé sur la figure 1 les résultats obtenus en comparant l'action chimique des rayons γ et du rayonnement mixte de la pile Zoé de Châtillon, sur différents systèmes chimiques. Les résultats obtenus avec les rayons γ ont été tous rapportés à un rendement radiochimique de l'oxydation du sulfate ferreux $G_{Fe^{+++}} = 20,8$. La pile Zoé fonctionnait à une puissance de l'ordre de 10 kW jusqu'à la fin de 1953. Depuis cette date, sa puissance a été portée à 100 kW. La courbe 1 a été tracée en comparant les expériences de Landler ([3]) sur la polymérisation du styrolène à la pile avec nos propres expériences effectuées avec les rayons γ ([4]). Les points A et B sont relatifs à la radiolyse de solutions diluées de diphénylpicrylhydrazyle respectivement dans le méthanol ([5]), ([6]) et dans l'acétate de méthyle ([5]), ([7]).

La courbe 2 représente la comparaison des résultats sur la réduction de l'orthophénantroline ferrique à la pile ([8]) et aux rayons γ ([9]).

Les courbes 3 et 4 se rapportent à des expériences non publiées de MM. Bouby et Draganic qui ont étudié l'oxydation du sulfate ferreux dans différentes positions d'un canal central de la pile (courbe 3) et d'un canal périphérique (courbe 4). Enfin les courbes 5 et 6 résument les résultats de nos

---

([3]) *Thèse*, Paris. 1952.

([4]) A. Chapiro et P. Wahl, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 1803.

([5]) A. Chapiro, M. Corval et C. Cousin, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 799.

([6]) A. Prévot-Bernas, A. Chapiro, C. Cousin, Y. Landler et M. Magat, *Farad. Soc. Discuss.*, 12, 1952, p. 98.

([7]) A. Chapiro, *J. Chim. Phys.*, 51, 1954, p. 165.

([8]) J. Pucheault, Résultats non publiés.

([9]) M. Lefort et J. Pucheault, *J. Chim. Phys.*, 50, 1953, p. 580.

propres expériences non encore publiées sur la réticulation du polyéthylène et la dégradation du polyméthacrylate de méthyle respectivement, sous l'influence des rayons γ du ^{60}Co et du rayonnement de la pile.

On voit sur la figure que pour les systèmes étudiés, l'action chimique du rayonnement global de la pile associé à un flux de 10^{17} n/cm^2 est équivalente à une dose de 7,5 à 11 Mr pour les conditions de fonctionnement à 10 kW et de 4,5 à 8 Mr pour la marche à 100 kW. Rappelons que pour la pile B.E.PO. de Harwell, les doses correspondantes étaient de 25 à 46 Mr.

Ce résultat met en évidence l'importance de la composante γ du rayonnement de la pile dont l'intensité relative est plus grande dans un réacteur à graphite (B.E.P.O.) que dans un réacteur à eau lourde (Zoé).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Bande d'absorption à 2 μ.72 de la silice vitreuse.* Note (*) de M. **Vittorio Garino-Canina**, transmise par M. Charles Mauguin.

On imagine d'habitude que, dans la silice vitreuse, préparée par fusion du quartz, les atomes sont liés entre eux par des forces de même nature que dans le cristal, avec chaque atome de silicium entouré par quatre atomes d'oxygène, chaque oxygène constituant un pont entre deux atomes de silicium.

Nous avons étudié les propriétés dans l'infra-rouge de la silice vitreuse obtenue (à partir de quartz) par des procédés différents ([1]).

Nous avons remarqué que toutes les silices vitreuses obtenues par une méthode impliquant la présence d'eau au moment où la fusion a lieu, présentent une bande d'absorption très nette et assez importante à 2 μ.72 (*fig.* 2).

Cette bande était, au contraire, absente toutes les fois que la silice avait été fondue par des procédés n'impliquant pas la présence de H_2O (*fig.* 1).

La position de cette bande d'absorption (qui correspond à la fréquence de vibration de groupes OH très faiblement liés) et les résultats que nous venons de citer concernant les procédés de fusion, nous font penser que la bande d'absorption à 2 μ.72 peut être due à des groupes OH liés au silicium et résultant d'une réaction entre la silice et l'eau au moment où la fusion a lieu : on serait ainsi conduit à imaginer un réseau tridimensionnel interrompu par endroit, les atomes d'oxygène liés à un atome H ne pouvant plus jouer le rôle de pont entre deux atomes Si. On aurait, pour ainsi dire, un verre du type SiO_2, H_2O, à très faible teneur en H_2O. Deux faits expérimentaux nous semblent confirmer l'hypothèse faite.

D'abord la densité optique à 2 μ.72 (la hauteur du maximum dans la courbe *fig.* 2) est fonction du diamètre du grain de quartz employé pour la fusion :

(*) Séance du 9 août 1954.

([1]) V. Garino-Canina, *Cahiers de Physique*, n° 48, 1954, p. 72.

l'absorption croît quand le diamètre du grain diminue, ceci nous fait penser à une réaction silice-eau ayant lieu à la surface de chaque grain, la surface totale ayant été intéressée au phénomène pour un poids donné de matière, étant une fonction décroissante du diamètre du grain.

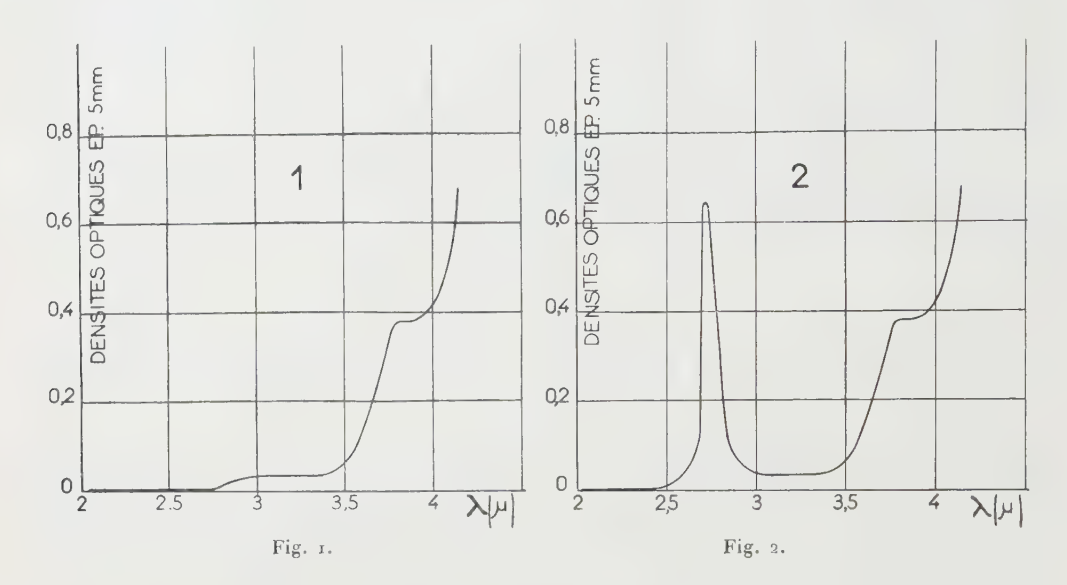


Fig. 1. Fig. 2.

Les valeurs de l'absorption calculées à partir de cette hypothèse ne concordent que qualitativement avec les résultats des mesures. Ceci est dû au fait que les dimensions et la forme des grains de quartz employés dans une fusion ne sont pas constantes. Il faudrait tenir compte de la répartition des surfaces dans les grains qui sont fondus.

Un autre fait expérimental qui semble confirmer l'hypothèse faite est celui-ci : un chauffage prolongé à température élevée et même une refusion de la matière sous vide, ne peuvent faire disparaître la bande d'absorption à 2 μ.72. Ceci nous suggère que l'eau responsable de cette absorption est bien de l'eau liée chimiquement à la silice.

M. Coulon, du Laboratoire des Hautes Pressions au C. N. R. S. à Bellevue, a bien voulu faire pour nous des mesures d'absorption dans l'infra-rouge.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence de l'orientation cristalline du fer sur la formation des germes d'oxyde à sa surface aux basses pressions d'oxygène et températures élevées.* Note (*) de MM. **Jean Bardolle** et **Jacques Benard**, transmise par M. Albert Portevin.

Dans une Note précédente ([1]), nous avons indiqué que si l'on oxyde de façon

(*) Séance du 13 septembre 1954.

([1]) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 231.

ménagée à haute température des surfaces monocristallines de fer, il est possible d'obtenir dans certaines conditions une oxydation de type discontinu, conduisant à la formation de germes d'oxyde épitaxiques. Ces résultats s'observent en particulier sur des échantillons préparés de façon convenable (1, 2) et portés pendant plusieurs heures à 850° sous une pression d'oxygène de l'ordre de 10^{-3} mm de mercure. Dans ces conditions le nombre par unité de surface, les dimensions, la forme et l'orientation des germes varient en général d'un cristal à l'autre. Nous nous proposons de préciser quantitativement dans la présente Note l'influence de l'orientation cristalline de la surface métallique à l'égard de ces observations.

Afin de réaliser l'oxydation des différentes surfaces monocristallines dans des conditions aussi voisines que possible, nous avons jugé nécessaire d'utiliser des plaquettes de fer comportant un assez grand nombre de cristaux de dimensions moyennes (de un à quelques mm^2). L'étude a été faite sur des fers de différentes provenances : Armco traité dans l'hydrogène, fer pur électrolytique (Centre de Chimie Métallurgique, Vitry), Puron (Westinghouse). La surface des échantillons subit une préparation que nous avons décrite antérieurement ([2]); elle est ensuite soumise à l'oxydation dans les conditions indiquées plus haut.

Nous avons étudié en premier lieu la relation entre le nombre de germes par unité de surface (densité superficielle des germes) et l'orientation du cristal métallique sous-jacent (cette dernière est déterminée par la méthode de Laue en retour). Les résultats obtenus pour un échantillon dont 28 cristaux ont été étudiés sont résumés dans la figure 1. On a adopté dans celle-ci la représentation conventionnelle des plans dans le triangle stéréographique. Un certain nombre de plans d'indices simples ont été représentés par deux cercles concentriques et chaque cristal étudié par un seul cercle. Les chiffres indiqués pour ces derniers représentent le nombre n de germes par 10^{-4} mm^2. Ce nombre varie approximativement de 1 à 100 lorsqu'on passe du plan (110) au plan (100) et de 1 à 10 seulement lorsqu'on passe de (110) à (111). De plus la variation est régulière à l'intérieur du triangle stéréographique et il a été possible de tracer des lignes d'égale densité superficielle. Une certaine imprécision subsiste toutefois dans le tracé de la première d'entre elles : $n = 5/10^{-4}\,mm^2$. En outre, bien que le nombre de germes par unité de surface sur un plan cristallin déterminé soit fonction des conditions expérimentales (température et pression), le classement des différents plans qui ressort de la représentation précédente ne s'en trouve pas fondamentalement modifié. Les figures 2, 3 et 4 correspondent respectivement à l'aspect micrographique des germes au voisinage des plans (211), (100) et (110).

Un autre aspect intéressant de l'étude des germes concerne leur morphologie et les relations entre celle-ci et l'orientation du métal sous-jacent. Nous signa-

---

([2]) R. F. Mehl, E. L. Mac Candless et Rhines, *Nature*, 134, 1934, p. 1009; R. F. Mehl et E. L. Mac Candless, *Trans. A. I. M. M. E. Iron and Steel Division*, 125, 1937, p. 531.

lerons seulement ici que la direction des germes de forme allongée les plus développés sur une face cristalline donnée, représente généralement la trace du plan (110) faisant l'angle minimum avec cette surface.

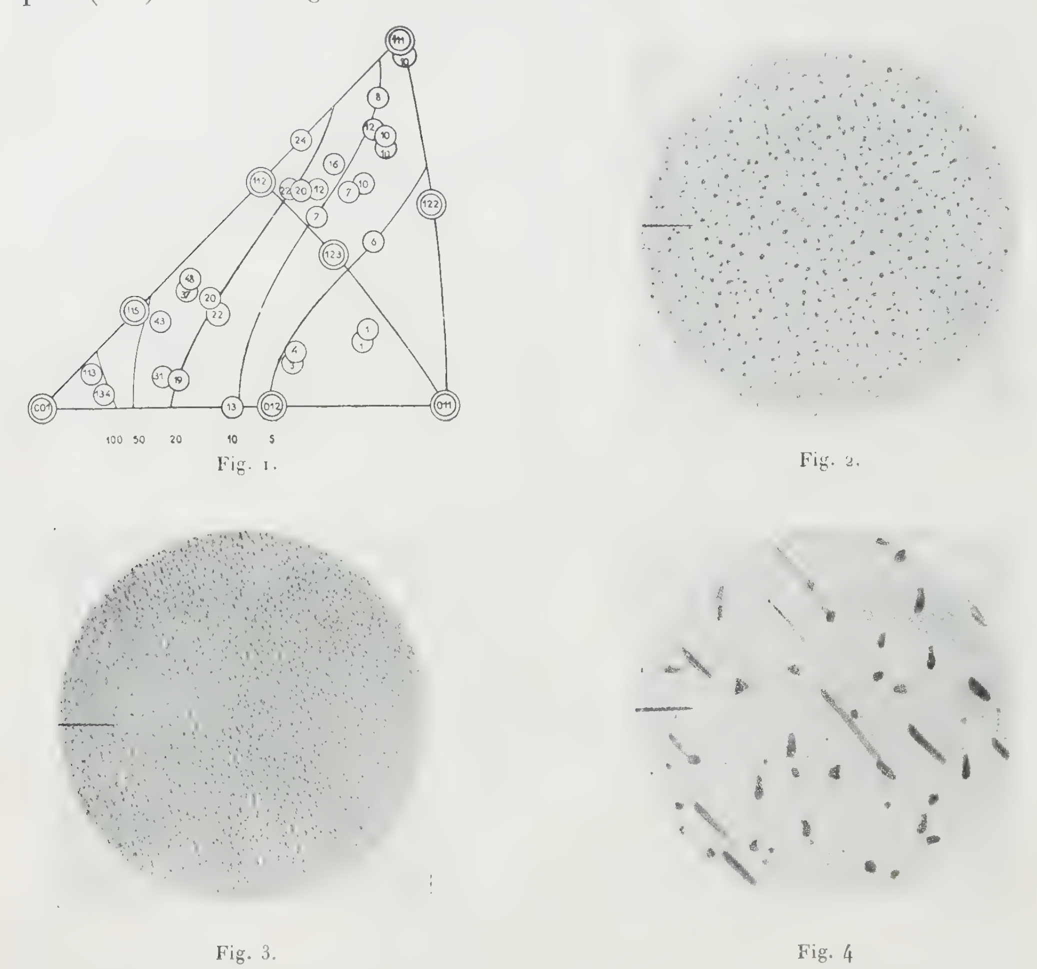


Fig. 1. — n = nombre de germes/10^{-4} mm^2; Fig. 2. — Plan (211) × 1200; Fig. 3. — Plan (100) × 1200; Fig. 4. — Plan (110) × 1200.

L'interprétation détaillée de ces résultats sortirait du cadre de cette Note et sera donnée ultérieurement. Nous ferons simplement remarquer que la relation d'épitaxie antérieurement observée entre le protoxyde et le métal ([2]), ([3]) et ([4]) semble indiquer que l'atome d'oxygène vient occuper le centre des faces du cube de fer, cette disposition mutuelle des atomes de fer et d'oxygène étant ainsi la plus voisine de celle qui est finalement réalisée dans le réseau du pro-

([3]) E. A. Gulbransen et R. Ruka, *Role of crystal orientation in the oxidation of iron* (Westinghouse research laboratories), publication scientifique n° 1590, 1951.

([4]) J. Bardolle et J. Bénard, *Rev. Métall.*, **49**, 1952, p. 613-622.

toxyde. Si l'on admet cette disposition, on voit que le nombre de places favorables à la fixation des atomes d'oxygène sur une surface monocristalline de fer est précisément maximum dans le cas du plan (100). Il est facile de comprendre que la probabilité de formation de germes d'oxyde soit plus grande sur ce plan que sur tout autre plan, comme l'indiquent nos expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des échangeurs de cations sur les alcools.* Note de MM. **Édouard Swistak** et **Pierre Mastagli**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les auteurs indiquent que les échangeurs de cations peuvent remplacer l'acide sulfurique et d'autres catalyseurs dans la déshydratation des alcools pour aboutir soit à des éthers, soit à des carbures éthyléniques.

Dans ce travail, nous avons employé un échangeur de cations fort, préparé par sulfonation du phénol et polymérisé au formol. Cet échangeur peut travailler comme catalyseur de déshydratation à des températures aussi élevées que 210°. C'est un excellent outil de travail pour obtenir des déshydratations catalytiques.

Tous les alcools primaires étudiés depuis C_3 jusqu'à C_{12} fournissent les éthers-oxydes correspondants, mais une réaction secondaire a lieu aussi et fait aboutir au carbure éthylénique attendu. Si bien qu'on obtient, comme le montrent les tableaux, un mélange d'éther et d'hydrocarbure.

Les alcools secondaires de la série aliphatique sont connus pour se déshydrater plus facilement en donnant des hydrocarbures. Par contre les alcools secondaires de la série aromatique fournissent surtout des éthers-oxydes. Par exemple l'alcool phényléthylique secondaire transforme 68 % d'alcool en éther et 15 % en styrolène, pendant que l'alcool phényléthylique primaire 63 % en éther et 25 % en styrolène. On remarque ici l'influence spéciale du noyau benzénique qui favorise la formation d'éthers-oxydes plutôt que celle des carbures éthyléniques et ceci est encore plus évident avec l'alcool benzylique qui fournit 88 % d'éther benzylique.

On obtient des résultats analogues avec les alcools primaires non saturés.

L'alcool allylique, par exemple, a fourni par chauffage dans une bombe des rendements atteignant jusqu'à 76 %.

Nous avons travaillé de deux façons :

a. Avec les alcools dont le point d'ébullition ne dépasse pas 100° tels que l'alcool propylique, allylique, butylique secondaire et tertiaire, nous nous sommes servis de la méthode sous pression. On verse 100 g d'un alcool avec 10 g d'échangeur dans une bombe en acier. On chauffe au bain de sable. Après le temps de chauffage indiqué dans le tableau suivant, on refroidit la bombe. On fait sortir le produit, on sépare l'eau formée par décantation, on fractionne une première fois, on sèche et distille l'éther obtenu sur du sodium.

Partie expérimentale.

Noms des alcools en réaction.	Température (°C).	Temps de réaction (h).	Pourcentage d'alcool transformé.
Alcool propylique........	160	15	80 % en éther propylique 20 d'alcool récupéré
Alcool butylique.........	118	45	66 en éther butylique 34 d'alcool récupéré
Alcool butylique-2.......	160	20	62 en butène-1 28 d'alcool récupéré 10 non identifié
Alcool butylique-3.......	160	20	73 en isobutylène 15 d'alcool récupéré 12 non identifié
Alcool amylique 1........	135–150	45	65 en éther amylique 15 en pentène-1 20 d'alcool récupéré
Alcool isoamylique.......	128–148	45	72 en éther isoamylique 18 d'alcool récupéré 10 non identifié
Hexanol-1..............	125–140	45	69 en éther hexylique 19 en hexène-1 12 d'hexanol récupéré
Heptanol-1..............	170–190	45	68 en éther heptylique 20 en heptène-1 12 d'heptanol récupéré
Octanol-1..............	190–200	45	65 en éther octylique 22 en octène-1 13 d'octanol récupéré
Nonanol-1..............	190–200	45	63 en éther nonylique 23 en nonène-1 14 de nonanol récupéré
Décanol-1..............	195–210	45	64 en éther décylique 22 en décène-1 14 de décanol récupéré
Undécanol-1............	190–210	45	62 en éther undécylique 24 en undécylène-1 14 d'undécanol récupéré
Dodécanol-1............	190–215	45	60 en éther dodécylique 18 en dodécylène-1 22 en dodécanol récupéré
Alcool allylique.........	160	15	76 en éther allylique 24 d'alcool récupéré
Alcool phényléthylique-1...	125–160	30	63 en éther phényléthylique 25 en styrolène 12 d'alcool récupéré
Alcool phényléthylique-2...	125–160	30	68 en éther phényléthylique 15 en styrolène 17 d'alcool récupéré

b. Les alcools dont le point d'ébullition dépasse 100° sont chauffés, dans un ballon de Dean et Stark, au bain d'huile ou de sable suivant qu'on veut traiter à une température plus basse ou plus haute. Après le temps voulu on sort le produit et on le purifie comme dans le premier cas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse du méthyl-3 ambréinolide et des oxydes correspondants* [1]. Note de M. **Robert E. Wolff**, présentée par M. Jacques Duclaux.

Sur le modèle d'une synthèse de l'ambréinolide effectuée à partir de la dihydro-α-ionone, une synthèse du méthyl-3 ambréinolide à partir de la dihydro-iso-α-irone est décrite.

L'ambréinolide (XIII *a*), $C_{17}H_{28}O_2$, F 141°, donne, par réduction avec $LiAlH_4$ et déshydratation du glycol obtenu (XIV *a*), F 132°, deux oxydes stéréoisomères (XV *a*) $C_{17}H_{30}O$, F 84 et 71°, dont le premier est porteur de l'odeur caractéristique de l'ambre gris [2]. Une synthèse de l'ambréinolide ayant été effectuée à partir de la dihydro-α-ionone [3], il a semblé intéressant de synthétiser à partir de la dihydro-iso-α-irone, un méthyl-3 ambréinolide (XIII *b*) et les oxydes correspondants (XV *b*).

La dihydro-iso-α-irone (I) (semicarbazone : F 144°), est condensée selon Reformatsky avec le bromoacétate d'éthyle; l'hydroxyester (II) est déshydraté par pyrolyse de son acétate : on obtient l'ester insaturé (III *b*) : $É_{0,1}$ 100°; n_D^{20} 1,4865. La saponification donne l'acide (III *a*) : $E_{0,05}$ 135°; $\lambda_{max} = 218$ mμ, $\varepsilon = 10800$ ($C_{16}H_{26}O_2$, calculé %, C 76,75; H 10,47; trouvé %, C 76,63; H 10,37).

L'acide (III *a*) est cyclisé par chauffage à 70° pendant 45 mn dans l'acide formique à 99 %. On obtient : d'une part 1/3 de partie neutre lactonique (IV), $É_{0,01}$ 120°, n_D^{20} 1.5010 ($C_{16}H_{26}O_2$, calculé %, C 76,75; H 10,47; trouvé %, C 76,47; H 10,54; spectre IR : bande de γ-lactone à 1 776 cm^{-1}); la structure de cette lactone est à l'étude [4]; d'autre part, 2/3 de partie acide, dont l'estérification partielle avec le méthanol sulfurique [5] permet de séparer l'ester méthyl-allo-bicyclofarnésique (V *b*), $É_{0,05}$ 95-100°, n_D^{22} 1,4853 ($C_{17}H_{28}O_2$, calculé %, C 77,22; H 10,67; trouvé %, C 77,14; H 10,80), du mélange des

---

(1) 19e communication sur les constituants de l'ambre gris; 18e communication : P. Dietrich, E. Lederer et D. Mercier, *Helv.*, 36, 1954, p. 705.

(2) C. Collin-Asselineau, E. Lederer, D. Mercier et J. Polonsky, *Bl.* 1950, p. 720; M. Hinder et M. Stoll, *Helv.*, 33, 1950, p. 1308.

(3) R. E. Wolff, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 1041.

(4) Lorsqu'on cyclise l'acide dihydro-α-ionylidène-acétique, on obtient aussi une γ-lactone analogue, $C_{15}H_{24}O_2$, $É_{0,05}$ 115-120°, n_D^{20} 1.5003.

(5) A. Caliezi et H. Schinz, *Helv.*, 35, 1952, p. 1637.

acides méthyl-bicyclofarnésiques (VI et VII), difficilement estérifiables : $É_{0,05}$ 150° ($C_{16}H_{26}O_2$, calculé %, C 76,75; H 10,47; trouvé %, C 76,38; H 10,60). Par réduction du mélange de ces deux derniers acides par $LiAlH_4$, on obtient l'alcool (VIII *a*), $É_{0,1}$ 90-100°, n_D^{23} 1.5150 ($C_{16}H_{28}O$, calculé %, C 81,29; H 11,94; trouvé %, C 81,30; H 12,00); l'acide méthyl-β-bicyclofarnésique (VII) n'est pas réduit dans ces conditions ([3]), et est isolé à l'état pur cristallisé : F 168-170°. ($C_{16}H_{26}O_2$, calculé %, C 76,75; H 10,47; trouvé %, C 76,78; H 10,58). L'alcool (VIII *a*) est bromé, et le bromure (VIII *b*) est condensé avec le malonate d'éthyle sodé; on sépare par distillation fractionnée : 50 % de l'hydrocarbure (IX), $É_{0,1}$ 80°, n_D^{22} 1.5110; $\lambda_{max} = 235$ mμ $\varepsilon = 11\,700$, et 50 % du diester (X), $É_{0,05}$ 135°.

La saponification du diester (X), et la décarboxylation du diacide obtenu, fournissent un produit acide qui, après distillation sous vide poussé, se sépare en une partie neutre et une partie acide : la partie neutre (20 %) est une γ-lactone F 142-144° ($C_{18}H_{30}O_2$, calculé %, C 77,65; H 10,86; trouvé %, C 77,64; H 11,00; spectre IR : bande à 1770 cm^{-1}), qui pourrait avoir la structure (XII); la partie acide (80 %) est constituée par l'acide ou le mélange d'acides (XI) : $É_{0,05}$ 135° ($C_{18}H_{30}O_2$, calculé %, C 77,65; H 10,86; trouvé %, C 77,57; H 11,02), qui se lactonise par chauffage à 80° pendant 30 mn dans l'acide formique à 99 % : on obtient une δ-lactone, F 139-141° ($C_{18}H_{30}O_2$, calculé %, C 77,65; H 10,86; trouvé %, C 77,75; H 11,04; spectre infrarouge : bande de δ-lactone à 1730 cm^{-1}). Par analogie avec la synthèse de l'ambréinolide ([3]), cette lactone doit être le méthyl-ambréinolide (XIII *b*).

Par réduction de (XIII *b*) avec $LiAlH_4$, on obtient le glycol (XIV *b*), F 140-142° ($C_{18}H_{34}O_2$, calculé %, C 76,54; H 12,13; trouvé %, C 76,67;

H 12,25), que l'on déshydrate par l'acide β-naphtalène-sulfonique : on obtient le mélange des deux oxydes isomères (XV*b*) ($C_{18}H_{32}O$, calculé %, C 81,75; H 12,20; trouvé %, C 81,58; H 12,39). Par chromatographie, puis recristallisation fractionnée, on sépare les deux oxydes : le premier, F 91-94°, a un spectre infrarouge possédant une bande caractéristique des oxydes à 1 090 cm^{-1}. Le deuxième oxyde a un F 64-66°; ils possèdent tous deux une odeur fruitée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Pyridylcyclohexanones.*

Note de MM. **Albert Funke** et **Erwin Rissi**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Par cyclisation de pyridyl-pimélates, on obtient des pyridylcyclohexanones qui, par hydrogénation, donnent des pyridylcyclohexanols.

Au cours d'une étude sur la préparation des diesters aliphatiques disubstitués par la pyridine, nous avons vu la possibilité d'obtenir des pyridylcyclohexanones. Les diesters sont synthétisés par condensation de l'ester pyridylacétique avec des dibromoalcanes :

$$2\ C_5H_4N{-}CH_2{-}CO_2R + Br{-}(CH_2)_n{-}Br \xrightarrow[NH_3\ liq.]{-KNH_2} C_5H_4N{-}CH(CO_2R){-}(CH_2)_n{-}HC(CO_2R){-}C_5H_4N$$

Si $n = 3$ il se forme un dipyridylpimélate qui peut être cyclisé suivant la réaction de Dieckmann :

$$\text{(I)} \xrightarrow{K} \text{dipyridylcyclohexanone} + 2\,ROH + CO_2$$

Si à la place du bromure de triméthylène on condense l'ester pyridylacétique avec le bromo-5 valérianate de méthyle on arrive à une (2-pyridyl)-cyclohexanone-2

$$\text{(II)} \xrightarrow{K} \text{(2-pyridyl)-cyclohexanone-2} + 2\,ROH + CO_2$$

La fonction cétonique peut dans les deux cas être hydrogénée, par catalyse, en fonction alcoolique.

Dans le cas du (2-pyridyl)-cyclohexanol, les deux stéréoisomères ont pu être séparés par chromatographie.

Nous allons décrire brièvement la préparation de ces deux dérivés hétérocycliques.

1° Di-(2-pyridyl)-cyclohexanone-2.6. — *a. Di-(2-pyridyl)-2.6-pimélate de méthyle.* — Dans l'ammoniac liquide, on prépare de l'amidure de potassium auquel on ajoute goutte à goutte le 2-pyridyl-acétate de méthyle, suivi immédiatement du bromure de triméthylène. Les trois réactifs sont utilisés en proportions équimoléculaires. Après évaporation de l'ammoniaque, le résidu est repris dans l'éther anhydre et l'on chauffe le mélange à reflux pendant 48 h. Rdt 76 %. N % calculé 8,18, trouvé 8,02; C % calculé 66,6, trouvé 66,88; H % calculé 6,43, trouvé 6,97. Diamide F 227-229°, N % calculé 17,95, trouvé 17,72. Dihydrazide F 165-167°, N % calculé 24,58, trouvé 24,35.

b. Di-(2-pyridyl) cyclohexanone-2.6. — Le diester décrit précédemment est cyclisé d'après le schéma (I) en le chauffant dans le xylène en présence de la quantité équimoléculaire de potassium en poudre. L'alcool méthylique formé au cours de la réaction est constamment éliminé. Le cétoester est saponifié et décarboxylé par ébullition avec de l'acide sulfurique 5 N. $\acute{E}_{0,05}$ 170-175°, Rdt 30 %: N % calculé 11,05; trouvé 11,11; C % calculé 76,25; trouvé 76,20; H % calculé 6,66; trouvé 6,35. Oxime F 114-116°; N % calculé 15,71; trouvé 15,97. Diiodométhylate F 254-256° (déc.). I % caculé 47,38; trouvé 47,24.

La cétone donne une coloration intense avec le perchlorure de fer.

En présence de nickel de Raney, en milieu alcoolique légèrement alcalin et après absorption d'une molécule d'hydrogène, la coloration avec le chlorure de fer disparaît et le test au xanthogénate est positif. Il n'a, néanmoins, pas été possible de caractériser la fonction alcoolique par acylation. La reconstitution de la molécule, suivant le modèle de Stuart, semble prouver qu'il s'agit d'un empêchement stérique. C % calculé 75,59; trouvé 75,13; H % calculé 7,09; trouvé 7,17. Dichlorhydrate F 214-215° (déc.); Cl % calculé 21,7; trouvé 21,2.

2° (2-Pyridyl) cyclohexanone-2'. — *a. (2-Pyridyl) 6-pimélate de méthyle.* — En faisant réagir le 2-pyridyl-acétate de méthyle et le bromo-5 valérianate de méthyle [1] dans les conditions décrites en 1°, on obtient le diester avec un rendement de 49 %. $\acute{E}_{0,01}$ 163-165°; N % calculé 5,28; trouvé 5,60. Dihydrazide F 142-143°; N % calculé 26,42, trouvé 26,10; C % calculé 54,30, trouvé 53,96; H % calculé 7,16, trouvé 6,98.

---

[1] Hunsdiecker, *Berichte*, 75, 1942, p. 291.

b. (2-Pyridyl) cyclohexanone-2. — En opérant comme pour la (2-pyridyl) cyclohexanone, nous avons obtenu deux cétoesters isomères de position, l'un solide (F 83-85°), l'autre liquide. La décarboxylation fournit la cétone avec un rendement global de 30 %. La cétone donne une coloration intense avec le perchlorure de fer. $É_{0,01}$ 99-100°, N % calculé 8,00, trouvé 8,12 ; C % calculé 75,45, trouvé 75,83 ; H % calculé 7,43, trouvé 7,62. Dinitrophénylhydrazone, F 148-149° ; N % calculé 19,71, trouvé 19,64.

La réduction catalytique, en milieu neutre et en présence de Nickel de Raney, conduit à deux alcools stéréoisomères, que nous avons réussi à séparer par chromatographie sur alumine. L'un, cristallisé, fond à 69-70°, C % calculé 74,55, trouvé 74,84 ; H % calculé 9,35, trouvé 9,12. L'autre est liquide : C % trouvé 74,14 ; H % trouvé 8,94.

Chacun de ces (2-pyridyl) cyclohexanols-2 forme un *p*-nitrobenzoate :

pour l'alcool de F 69-70° : F 118-119° ; C % trouvé 66,19, calculé 66,20 ; H % trouvé 5,61, calculé 5,52 ;

pour l'alcool liquide : F 72-73° ; C % trouvé 66,08 ; H % trouvé 5,61.

Le mélange des deux *p*-nitrobenzoates fond à 66-67°.

MINÉRALOGIE. — *Réactions par frittage de l'argent et du fer sur quelques minéraux sulfurés.* Note de M. **Jean Prouvost**, transmise par M. Charles Mauguin.

En comprimant, avec des minéraux sulfurés, de l'argent ou du fer métallique, on obtient après chauffage modéré (250°), en atmosphère inerte, de nouvelles phases que l'on identifie à des minéraux naturels. Le développement des transformations obtenues dans ces conditions permet de constater aussi des différences de mobilité des ions de ces métaux.

En soumettant à une forte pression des fragments de certains sulfures naturels, en contact avec du cuivre en poudre, j'ai pu montrer la mobilité remarquable de ce métal et sa grande facilité à réaliser des liaisons à l'état solide [1]. J'ai entrepris une nouvelle série d'expériences en utilisant l'argent et le fer. L'étroite parenté chimique du premier avec le cuivre, laissait présager une action analogue à celle observée précédemment ; par contre, avec le fer, la réussite paraissait plus problématique, étant donnée sa place dans la classification périodique de Mendeléev.

Rien n'a été changé dans le dispositif expérimental précédent, à l'exception de la taille des fragments métalliques : les particules de fer ayant 3/100e de millimètre, celles de l'argent 15/100e. Les expériences faites à une température constante de 250° après une compression de 7 000 kg au centimètre carré ont duré 48 heures.

---

[1] *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 127.

Transformations réalisées avec l'argent. — L'argent a été fritté avec la chalcocite, la bornite, la chalcopyrite et la covellite.

Chalcocite. — La chalcocite s'est transformée en totalité comme le montrent les préparations observées au microscope métallographique polarisant. Au milieu de l'argent, apparaissent des plages grises en partie presque isotropes, mais présentant par places, entre nicols croisés, les teintes et les réflexions internes de la stromeyerite.

Ces deux espèces forment un ensemble d'aspect vermiculé. Un diagramme de rayons X effectué avec la poudre du minéral faiblement biréflectant, recueillie sous le microscope à l'aide d'une pointe, met en évidence les raies caractéristiques de l'argentite : 3,4; 3,08; 2,83 Å.

Bornite. — La bornite aussi a complètement disparu. A sa place, on observe, en section polie, deux minéraux de néoformation, l'un gris bleuté est l'argentite déjà obtenue dans le cas précédent. On la reconnaît à sa faible action sur la lumière polarisée. Les plages assez étendues qu'elle forme renferment des taches du second minéral dont l'anisotropie plus vive et la microstructure particulière « en feuille d'olivier » permettent de l'identifier à la stromeyerite.

Chalcopyrite. — Ce minéral oppose à la diffusion des ions une très grande résistance; Il est à peine entamé par le frittage avec l'argent; cependant les parties périphériques des fragments accusent nettement l'influence de l'apport d'argent. Il se forme de l'argentite qui apparaît aussi suivant des directions préférentielles telles que des cassures du minéral dues à la compression et qui ont facilité la transformation.

Covellite. — La grande facilité de la covellite à donner des composés d'addition avec différents métaux à été démontrée dans une Note précédente ([2]). En la mettant en présence de l'argent, on obtient la stromeyerite, avec un développement remarquable de la structure en feuille d'olivier. Signalons que G. H. Schwartz est arrivé au même résultat en faisant agir l'argentite sur la chalcocite dans des conditions voisines des nôtres ([3]).

Transformations réalisées avec le fer. — *Covellite.* — La transformation progresse peu à 250°, température relativement modérée. Néanmoins on observe, au contact de la covellite la bornite puis, au contact de cette dernière la chalcopyrite plus pauvre en cuivre. Les caractères optiques de ces deux minéraux apparaissent nettement. Le premier est isotrope de couleur rosâtre, le second, jaune, agit sur la lumière polarisée entre nicols croisés.

Bornite. — J'ai utilisé des fragments de bornite violacée qui s'identifient facilement en section polie. Le minéral se montre très perméable au fer et se transforme entièrement en chalcopyrite, déterminée par les propriétés optiques

---

([2]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 379.

([3]) *Economic geololy.*, 30, 1935, p. 128 et suiv.

et à l'aide des rayons X. En effet, on retrouve sur le spectre les raies à 3,3-1,86-1,59 Å.

Chalcocite. — C'est la chalcocite qui s'est révélée la plus inerte vis-à-vis du fer. La transformation progresse à la surface des fragments seulement, et une mince couche de bornite et de chalcopyrite se forme.

En résumé, comparés aux expériences faites avec le cuivre, ces essais montrent que le rôle de ce métal n'est pas absolument particulier. L'argent possède lui aussi une mobilité remarquable. Il s'introduit facilement dans le réseau de divers sulfures et donne lieu à de nouvelles espèces. Dans les mêmes conditions, le fer montre une plus grande inertie; ses déplacements nécessitent des actions plus énergiques parmi lesquelles celle de la chaleur doit être prépondérante.

Comme je l'avais déjà signalé antérieurement, les modifications que les minéraux subissent par frittage conduisent aux composés les plus stables, au prix de l'abandon d'un élément chimique en excès. On constate ainsi que la chalcopyrite a souvent tendance à se former et qu'inversement il est difficile dans de telles conditions de la transformer en une autre espèce. De même, la stromeyerite semble être un aboutissement stable du groupe d'éléments Cu, S et Ag.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'un accident tectonique affectant le Quaternaire de la plaine de Tamlelt (Haut-Atlas marocain oriental).* Note de M. **Renaud du Dresnay**, présentée par M. Paul Fallot.

La partie la plus orientale de la chaîne du Haut-Atlas marocain est coupée par une vaste dépression de 50 km sur 60, la plaine de Tamlelt, à substratum paléozoïque recouvert de dépôts jurassiques et quaternaires.

Ce que l'on peut connaître à l'affleurement des lignes directrices de sa structure profonde se limite à une ride hercynienne, de direction Est-Ouest dans la partie centrale de la chaîne : elle est marquée par des collines isolées formées de quartzites ordoviciens et de schistes et phtanites gothlandiens.

Mais d'autres indications peuvent être fournies par un système de failles Est-Ouest, qui bordent cette plaine de part en part sur sa limite Sud, et en sortent par le côté Est, vers la vallée de l'oued Tannezzara. Ces failles s'étendent, dans le sens Est-Ouest, depuis Aïn Chaïr jusqu'au Jebel Araira, sur une longueur de près de 80 km. Elles ont joué jusqu'à une époque très récente, puisqu'elles affectent le Quaternaire; dans la partie centrale de ce système de failles, entre Mengoub et Hezaz er Rih, elles longent le pied Nord du Jebel Soussi, où elles entaillent les cônes de déjection récents. Tant sur les photos aériennes que sur le terrain, l'escarpement de faille est bien visible : la croûte calcaire est entaillée et le rejet, à regard Nord, y atteint 2 à 5 m. L'ensemble dessine un système de failles curvilignes se relayant. Certains paquets

de Primaire et de Lias sont coincés en direction tectonique aberrante, entre deux branches de ce réseau, ce qui indique l'ancienneté de cet accident : l'ensemble se raccorde à l'Est au système de faille du Jebel Araira et du Jebel Maïz. C'est donc la trace, dans le Quaternaire du Tamlelt, d'un important accident longitudinal.

Il faut probablement attribuer à cet accident l'existence du seuil qui barre l'écoulement de la plaine de Tamlelt vers le Sud, écoulement qui jusqu'à une époque récente, peut-être même jusqu'au moment où a eu lieu le dernier rejeu, se faisait dans la direction Sud-Sud-Ouest, par Hassi Timenkar et le cirque de Saf-saf de Gara Mellah, et qui actuellement se fait vers l'Ouest par Aïn Chaïr et l'oued Zelmou. Ce système de failles a d'ailleurs probablement joué un rôle dans le captage et le drainage des eaux du Tamlelt vers la source d'Aïn Chaïr.

Un tel système de failles ayant joué au Quaternaire récent est conforme à ce que l'on connaît ailleurs dans la Berbèrie, où des mouvements quaternaires ont été signalés tant en Algérie qu'au Maroc, et ont été récemment reconnus sur le flanc Sud du Haut-Atlas, dans le prolongement Ouest de cette même zone (1).

PHYSIOLOGIE. — *Aperçus nouveaux sur la physiologie des glucides, déduits de leur activité différente vis-à-vis de l'utilisation du calcium.* Note de M. **Paul Fournier**, présentée par M. Robert Courrier.

Selon la nature des glucides incorporés au régime, le Rat en croissance utilise le calcium dans des proportions très différentes. Le glucose, le saccharose, le maltose, l'amidon ne permettent qu'une utilisation médiocre. L'administration, en faible proportion, de lactose, de *d*-galactose, de *d*- ou *l*-xylose, de *d*- ou *l*-arabinose, provoque une élévation considérable des coefficients d'utilisation du calcium.

Le lactose, et, dans certaines conditions d'emploi, le galactose, améliorent l'utilisation du Ca (1). L'analogie de structure entre le galactose et le xylose, leur pouvoir commun de provoquer, à haute dose, la cataracte (2), nous conduisent à rechercher si le xylose favorise aussi l'utilisation de Ca.

Des rats albinos de 50 g sont répartis en cinq lots de six animaux. Ceux du lot I reçoivent à volonté un régime témoin dont la composition centésimale est la suivante : amidon 85,5; huile d'arachide 8; levure sèche 3; mélange salin (1) 3, O_2Ti 0,5. Les régimes des autres lots ne diffèrent du précédent que par la substitution : de 12 % de lactose (lot II), de 12 % de saccharose (lot III),

---

(1) J. Margat, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1731.

(1) P. Fournier, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 304.

(2) W. Darby et L. Day, *J. biol. Chem.*, 133, 1940, p. 503.

de 15 % de *d*-xylose (lot IV) ou de 20 % de glucose (lot V) à des proportions équivalentes d'amidon.

Dès le 3e jour d'expérience, les fèces et les urines sont recueillies séparément; leur teneur en Ca est déterminée. Les glucides sont dosés dans les urines d'après le pouvoir réducteur et rotatoire. Les quantités journalières moyennes de Ca ingéré et retenu, de xylose ingéré et urinaire, les coefficients d'utilisation correspondant à ces valeurs sont consignés dans un tableau.

		Ca (en mg.)		xylose (en g.)		Coef. utilisation en (%.)	
Lot.	Régime.	ingéré.	retenu.	ingéré.	urinaire.	Ca.	xylose.
I.....	témoin (amidon)	42	14,8			35,2	
II....	lactose 12%	43,2	29,4			68	
III....	saccharose 12%	39	14,4			37	
IV....	*d*-xylose 15%	32,4	23,5	0,81	0,34	72	58
V.....	glucose 20%	38,4	13,9			33,6	

L'utilisation de Ca dépend de la nature du glucide ingéré : l'amidon, le saccharose, le glucose (lots I, III, V) sont peu efficaces. Par contre le lactose et le *d*-xylose (lots II et IV) sont très actifs. Notons que près de la moitié du xylose ingéré est éliminé par l'urine, ce qui doit correspondre, comme dans le cas du galactose ([1]), à l'utilisation préférentielle de l'une des formes isomériques, vraisemblablement, la forme β.

Par comparaison avec le glucose, les aptitudes physiologiques du *d*-xylose ont jusqu'ici été jugées très médiocres : il n'est pas fermentescible par la levure, il n'est utilisé que par un nombre restreint d'espèces bactériennes, il ne donne pas de glycogène ([3]); à forte dose il est toxique. Aussi l'activité remarquable du xylose sur l'utilisation de Ca, très supérieure à celle du glucose, doit-elle être soulignée.

La parenté chimique entre le galactose et le xylose suffit-elle à expliquer leur efficacité commune vis-à-vis de l'utilisation du Ca ? Pour le savoir, divers pentoses ont été essayés dans les mêmes conditions que précédemment. Les rats du lot I reçoivent le même régime témoin à base d'amidon. Les régimes des autres lots ne diffèrent du premier que par la substitution, à une même proportion d'amidon, de 15% de l'un des glucides suivants : maltose (lot II), *l*-xylose (lot III), *d*-arabinose (lot IV), *l*-arabinose (lot V). Les résultats journaliers moyens sont consignés dans un deuxième tableau.

Ainsi ces pentoses (lots III à V) sont tous beaucoup plus actifs, vis-à-vis de l'utilisation de Ca, que ne le sont l'amidon et le maltose (lots I et II). Notons qu'à l'encontre de ce que nous constatons avec le galactose et le *d*-xylose, le *l*-xylose et les arabinoses sont presque complètement utilisés.

([3]) M. Miller et H. Lewis, *J. biol. Chem.*, 98, 1931, p. 133.

Lot.	Régime.	Ca (en mg) ingéré.	Ca (en mg) retenu.	Ose (en g) ingéré.	Ose (en g) urinaire.	Coef. utilisation (%) Ca.	Coef. utilisation (%) Ose.
I.......	témoin (amidon)	36	9,3			26	
II......	maltose	33,6	9,3			28	
III.....	*l*-xylose	33	19,5	0,82	0,056	57,5	93
IV......	*d*-arabinose	31,8	14	0,79	0,06	44	92
V......	*l*-arabinose	30	18,9	0,76	0,05	63	94

L'ensemble des résultats relatifs au degré d'activité de différents glucides sur l'utilisation de Ca nous permet de les séparer en deux groupes fonctionnels distincts. Un premier groupe est celui du glucose, du fructose et des glucides apparentés, amidon, maltose, saccharose, glucides énergétiques, pourvoyeurs de glycogène. A un second groupe appartiennent le lactose, le galactose, et en outre divers pentoses : *d*- et *l*- xyloses, *d*- et *l*- arabinoses dont l'activité se manifeste de façon semblable dans le sens de l'ossification. Du fait de cette action sur l'animal, on est conduit à considérer les termes de ce second groupe comme des glucides de structure. Curieusement, la plupart d'entre eux sont aussi des éléments structuraux des membranes végétales puisque, condensés sous la forme de xylanes, d'arabanes et de galactanes, ils participent abondamment à la constitution des cellulosanes, des diverses hémicelluloses et des matières pectiques.

Nous avons vu aussi que, dans certains cas, seul l'isomère β d'un ose intervenant favorablement sur l'os possède un rôle structural. Cette constatation prend de l'intérêt en considérant que les composés structuraux les plus répandus et les mieux connus : cellulose et xylane des Végétaux, chitine des Arthropodes, sont tous de la forme β.

PHYSIOLOGIE. — *Action d'un régime riche en chlorure de sodium sur le poids des glandes surrénales du Rat blanc en période de croissance.* Note de Mme **Jeanne Leschi**, présentée par M. Léon Binet.

L'action du chlorure de sodium sur le développement des glandes surrénales a été mise en évidence de la façon suivante. Deux lots de rats mâles de souche Wistar ont été soumis à deux régimes différents; le régime A, pauvre en sel se composait de blé (87), de caséine (10), d'huile de foie de morue (2), de carbonate de calcium (1) et comme boisson d'eau distillée. Le régime B comprenait du blé (83), de la caséine (10), de l'huile de foie de morue (2), du chlorure de sodium (2), du carbonate de calcium (1) et du bicarbonate de sodium (2) avec, comme boisson, de l'eau salée à 1 % ([1]), ([2]). L'expérience a

---

([1]) H. H. Mitchell and G. G. Carman, *J. Biol. Chem.*, **68**, 1926, p. 165.

([2]) H. H. Miller, *J. Biol. Chem.*, **70**, 1926, p. 759.

duré de la fin de la période d'allaitement, 3e semaine environ, jusqu'à l'âge de 2 à 2 mois et demi.

Le rapport poids des surrénales (mg) $\times$ 100/poids du corps a été calculé.

Une première série d'animaux (janvier-mars) donne les résultats suivants :

$$\text{Lot A } (n = 15) = 19,20 \pm 0,58,$$
$$\text{Lot B } (n = 19) = 21,21 \pm 1,26.$$

Pour une deuxième série (avril-juin) on obtient les valeurs suivantes :

$$\text{Lot A } (n = 10) = 15,60 \pm 0,63,$$
$$\text{Lot B } (n = 9) = 18,77 \pm 1,49.$$

On note d'après ces chiffres que les animaux examinés au printemps ont des poids de surrénales plus faibles que ceux des animaux examinés en hiver. Les variations saisonnières sont ici évidentes. D'autre part, pour chaque série le poids des surrénales du lot A est moins élevé que le poids des surrénales du lot B. Sur l'ensemble des 53 rats examinés nous avons élaboré les résultats par le test de Student.

$$\text{Lot A } (n = 25) = 17,76 \pm 0,56.$$
$$\text{Lot B } (n = 23) = 20,43 \pm 0,98.$$
$$t = 2,37.$$

Un régime salé entraîne donc chez le Rat blanc une augmentation du poids des surrénales. F. Biavati (3), sur des rats adultes soumis à un régime pauvre en chlorure, note au contraire une hypertrophie des reins et des surrénales, mais cet auteur n'opère que sur deux animaux, et non en période de croissance. Chez des rats adultes aussi, soumis pendant quatre semaines à un régime salé, Eichner (4), au contraire, donne des poids de surrénales supérieurs à ceux obtenus par un régime sans sel. Mais cet auteur, étudiant les variations des zones glomérulaire et fasciculée ne s'est pas attardé à ce fait.

Nos résultats portant sur l'action du sel sur le poids des surrénales pendant la période de croissance du Rat blanc nous paraissent donc d'un certain intérêt. Nous nous proposons de rechercher sur des rats hypophysectomisés si cette action se fait de façon indirecte par l'intermédiaire de l'hypophyse ou si le tissu surrénalien se montre sélectivement sensible à l'action directe du chlorure de sodium.

---

(3) *Arch. Vet. Ital.*, **2**, 1951, p. 177-184.

(4) *Zeitschrift für Zellforschung*, **38**, 1953, p. 488-500.

ENDOCRINOLOGIE. — *Analyse de l'effet stimulant des gonadotrophines de Mammifères sur la reproduction des Daphnies.* Note (*) de M. **Georges Čehović**, transmise par M. Robert Courrier.

Après avoir analysé le rôle des facteurs externes dans nos expériences sur l'effet stimulant des gonadotrophines de Mammifères sur la reproduction des Daphnies, nous avons fixé une méthode de travail qui nous permet de poursuivre cette analyse et de mettre mieux en évidence l'effet propre de l'hormone.

Dans une Note précédente ([1]), nous avons exposé l'effet stimulant des gonadotrophines des Mammifères sur la reproduction des Daphnies.

Pour mieux éliminer les variations dues aux facteurs externes déjà analysées par M. von Dehn ([2]) et Cl. Mortimer ([3]), nous avons procédé de la façon suivante:

Nous mettons les flacons contenant des Daphnies dans un appareil réglé à 20° C. Nous éclairons pendant 8 h par jour. Nous faisons passer un courant constant d'air comprimé. Cet air entre dans l'eau de la cuve à l'intérieur de laquelle sont placés les flacons, le niveau d'eau étant de 5 cm. Comme nourriture, nous utilisons une culture pure de *Scenedesmus crassus* de concentrations connues. Dans une série d'expériences, nous avons pu confirmer les données de E. Flückiger ([4]) et de A. Pacaud ([5]) sur la possibilité de vie des Daphnies dans des solutions synthétiques. Les Daphnies vivaient dans les solutions proposées par ces auteurs. En ajoutant des hormones gonadotrophes dans ces solutions, le chiffre des jeunes pondus était plus élevé par rapport au contrôle, dans lequel nous avions ajouté les mêmes quantités d'hormone inactivée par la chaleur à 60° C pendant une heure.

Dans des concentrations de 0,4 unité par centimètre cube du milieu, la moyenne des jeunes pondus (par Daphnie en 5 jours) était à peu près le double par rapport au contrôle.

Le chiffre total des jeunes pondus dans ces solutions synthétiques, et pratiquement stériles, (avec *Scenedesmus* comme nourriture) était cependant très bas, les pontes très espacées, le pourcentage des mâles plus grand et la mortalité très élevée.

En ajoutant à la solution de Pacaud, tamponnée à pH = 7,4, de l'eau du lac de Vincennes ou de la Mare aux Éléphants du Zoo (25 à 30 %), nous avons observé

(*) Séance du 6 septembre 1954.

([1]) *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 363.

([2]) *Zt. vgl. Physiol.*, **13**, 1930, p. 334-358.

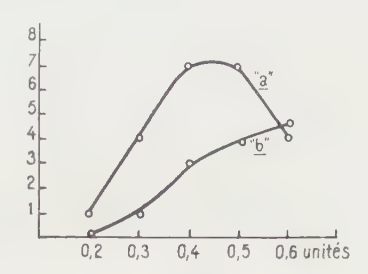
([3]) *Zool. Jahrbücher*, **56**, 1936, p. 324.

([4]) *Beitrage zur Verwendung von Daphnia als Pharm. Testobjekt*, *Thèse* n° **2090**, Zürick, 1952.

([5]) *Contribution à l'écologie des Cladocères*, suppl. **25**, *Bull. Biol. Fr. Bel.*, 1939.

une amélioration de la survie et de la reproduction. Nous avons obtenu un effet stimulant de l'hormone encore plus net.

Le tableau ci-dessous représente en deux courbes la variation des moyennes des jeunes pondus (par Daphnie en 5 jours) dans des concentrations de 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 et 0,6 unités/cm³ du milieu.



La courbe « *a* » représente les moyennes obtenues avec l'hormone intacte, et la courbe « *b* » avec l'hormone chauffée 30 mn à 60° C. En ordonnée est portée la moyenne des jeunes pondus par Daphnie en cinq jours, et en abscisse les concentrations d'hormone.

Dans l'expérience suivante, nous avons pris quatre groupes de Daphnies. Dans le premier groupe, nous avons ajouté l'hormone intacte (0,4 unité), dans le second l'hormone partiellement inactivée de l'expérience précédente, dans le troisième la même quantité d'hormone bouillie dans de l'eau à 100° C pendant 30 mn. Le quatrième groupe était sans hormone. La moyenne des jeunes par Daphnie en cinq jours était respectivement de : 2,5; 1,8; 1,3 et 0,5 par groupe.

Envisageant l'influence du système filtrant des Daphnies sur leur alimentation, on peut supposer que, dans ces milieux pauvres en protéines, l'hormone coagulée par la chaleur pourrait avoir l'effet d'un apport alimentaire. S. Gellis et G. Clarke (⁶), ainsi que A. Pacaud (⁵), relatent que les substances dissoutes sont sans utilité pratique comme nourriture. Au contraire, les substances colloïdales peuvent être utilisées.

La différence de l'effet de la stimulation avec les mêmes doses de diverses préparations d'hormone, observée dans nos expériences pourrait être due, entre autres causes, à la quantité d'impureté de ces préparations surtout dans les contrôles.

Une des causes pourrait encore être le manque de précision des dosages actuellement utilisés par rapport à cette sensibilité des Daphnies aux petites variations d'hormone.

Tenant compte de ces observations, nous avons entrepris de fixer une unité biologique de Daphnie.

(⁶) *Physiol. Zool.*, **8**, n° 2, 1935, p. 127.

Dans l'appareil décrit, et dans les conditions précitées, nous utilisons la solution de Pacaud, tamponnée à pH 7,4, à laquelle nous ajoutons 0,3 % du sérum de lapine castrée inactivée par la chaleur (à 60° C). On ajoute ensuite la culture pure de l'algue *Scenedesmus crassus* (500 000 par centimètre cube). Nous prenons 12 groupes de quatre Daphnies (*Daphnia magna* Straus) d'une souche et du même âge. Chaque groupe de quatre Daphnies est placé dans un verre de 40 cm³ avec 30 cm³ de solution. Dans les premiers six groupes, nous ajoutons en six concentrations consécutives des solutions d'hormone, et aux six groupes de contrôle, la même quantité de solution sans hormone. Nous estimons comme « unité Daphnie » la concentration d'hormone par centimètre cube du milieu qui donne, dans ces conditions, un accroissement double de la moyenne du chiffre des jeunes pondus par Daphnie en 5 jours, par rapport au contrôle sans hormone.

ENDOCRINOLOGIE. — *A propos de l'influence trophique du Télencéphale sur les glandes sexuelles.* Note de MM. **René Patay** et **André du Chalard**, présentée par M. Léon Binet.

Chez les Poulets des deux sexes, des lésions télencéphaliques profondes déterminent un arrêt du développement génital chez le jeune, une atrophie des gonades chez l'adulte, particulièrement lorsqu'elles sont bilatérales et portent sur la partie postérieure des hémisphères.

Ceni (1), (2), (3), par ablation d'un hémisphère ou lésions bilatérales du Télencéphale a obtenu des arrêts de développement ou des atrophies des gonades chez des Poulets et Pigeons des deux sexes, jeunes et adultes. Certains de ses résultats (par exemple : Fécondation par Coq mourant de cachexie avec testicules de 390 mg) paraissant cependant surprenants.

Beach (4) a repris la question sur Pigeons mâles, mais sa conclusion faisant du Télencéphale un « facilitating agent in masculine behaviour » nous paraît en dessous de la vérité. L'absence de contrôle histologique empêche, en outre, toute comparaison.

Au cours de précédentes recherches (5) sur la Vision télencéphalique chez *Gallus gallus* (L.), nous avions constaté un défaut d'apparition du comportement et des caractères sexuels secondaires chez trois coqs de race Leghorn ayant subi l'ablation de l'hémisphère gauche à l'âge de 105 jours. Sacrifiés à 165 jours, ils présentèrent des testicules minuscules alors que les témoins et quatre coqs

(1) *Arch. Ital. de Biol.*, 48, 1907, p. 49-66.
(2) *Riv. sper. di Fren.*, 35, 1909, p. 1-39.
(3) *Riv. sper. di Fren.*, 38, 1912, p. 213-290.
(4) *Behaviour*, 4, part. I, 1952, p. 36-59.
(5) *Bull. Soc. Scient. Bretagne*, 26, 1951, p. 76-80.

opérés au même âge et de la même façon (deux à droite et deux à gauche) avaient des gonades normales et fonctionnelles.

Ceni et Beach ne font pas mention de l'épiphyse. D'autre part, le hasard a voulu que, dans les deux cas où nous avions observé un arrêt de développement sexuel, il nous fut impossible de retrouver sur nos coupes de contrôle la glande pinéale, arrachée soit à l'opération, soit à la dissection.

Considérant le rôle accordé à cette glande ([6]), nous avons voulu reproduire l'arrêt du développement sexuel chez les sujets impubères et sa régression chez l'adulte par des lésions télencéphaliques respectant rigoureusement l'épiphyse.

De nos premières expériences, effectuées sur 24 poulets Leghorn blancs des deux sexes, adultes et impubères, nous pensons pouvoir tirer quelques conclusions que nous nous efforcerons ultérieurement de préciser :

1° Nos expériences, confirmant celles de Ceni, indiquent que certaines lésions purement télencéphaliques provoquent un arrêt de développement sexuel chez le Poulet impubère et une régression des gonades chez l'adulte. L'hémisphérectomie unilatérale, toutefois, ne nous a pas donné ce résultat dans tous les cas (*contra* Ceni).

2° Dans les ablations bilatérales partielles, l'action « stérilisante » n'est pas en rapport avec l'étendue des lésions, mais avec leur localisation. Sur huit animaux attaqués par la région antérieure de deux hémisphères, deux seulement présentèrent une atrophie des gonades, mais le contrôle histologique montra que le curettage avait largement dépassé la ligne médiane. Sur douze animaux attaqués par la région occipitale, deux seulement eurent un développement sexuel normal, mais l'ablation ne portait que sur l'hyperstriatum dorsal de chaque côté et sur le néostriatum caudal gauche, les dix autres ayant subi une destruction de toute (ou presque toute) la portion des hémisphères postérieure et susjacente à la commissure antérieure.

En attendant de pouvoir localiser d'une façon plus précise la zone télencéphalique « génito-trophique » et de savoir si son action est directe (et nerveuse) ou indirecte (et hormonale), il peut être noté que, sur 18 glandes pinéales présentant des cellules claires 13 appartenaient à des animaux « stérilisés », tandis que, sur sept glandes à cellules finement granuleuses, cinq provenaient d'animaux en cours d'évolution ou en activité sexuelle.

L'hypophyse, restée adhérente au diencéphale dans 19 cas, est apparue comme assez étroitement en rapport avec l'état des gonades, sauf dans un cas de femelle en ponte et dans un cas d'atrophie testiculaire.

Sur 31 poulets opérés, trois seulement ont dû être gavés jusqu'à leur dernier jour, tous les autres ayant plus ou moins rapidement récupéré la faculté de trouver et de prendre leur nourriture. Parmi ceux-ci, trois restèrent cependant toujours indifférents aux gestes de menace.

([6]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 498.

Sur les trois animaux gavés, l'un a évolué normalement du point de vue des gonades mais les deux autres présentèrent à la fois un arrêt de développement sexuel et de la cachexie.

NUTRITION. — *Essai d'interprétation de l'action protectrice de la choline vis-à-vis de la toxicité de l'association alimentaire « acides gras libres + cholestérol ». I. Rôle des esters du cholestérol.* Note (*) de Mme **Jeanine Raulin** et M. **Raymond Jacquot**, présentée par M. Robert Courrier.

Incorporés au régime du Rat, les esters du cholestérol préparés à partir des acides gras isolés de l'huile de tournesol ont la même efficacité pour la croissance que le mélange « acides gras libres + cholestérol + choline », contrairement à l'association « acides gras libres + cholestérol » qui se montre très toxique.

Le rôle de la choline, donnée en supplément de l'association alimentaire « acides gras libres + cholestérol » (toxique pour le jeune rat blanc), consiste à stimuler la croissance et à supprimer les troubles pathologiques hormis la stéatose. Nous avons précédemment signalé ces observations ([1]). Les faits acquis peuvent ainsi se résumer :

Action indifférente		*Action toxique*
	Cholestérol	
	+	
Triglycérides		Acides gras libres
Acides gras libres + choline		

En eux-mêmes, les acides gras libres ont une efficacité, pour la croissance du Rat, identique à celle de l'huile complète dont ils sont issus. Nous étions conduits à admettre une équivalence : « choline = glycérol », valable quant aux effets des régimes administrés. Cette hypothèse est difficilement vérifiable, car le glycérol ajouté au régime n'est pas utilisé pour la synthèse intestinale des glycérides ([2]), ([3]). De fait, l'association alimentaire « glycérol + acides gras libres + cholestérol » demeure toxique, tant du point de vue mortalité précoce (55 % de morts la première semaine d'expérience) qu'en ce qui concerne les accidents décrits (incidence de la cataracte : 10 %).

Pour expliciter le rôle protecteur de la choline, on peut également supposer que cette « vitamine » estérifie les acides gras ingérés à l'état libre et qu'une telle

(*) Séance du 13 septembre 1954.

([1]) J. Raulin, *Arch. Sci. Physiol.*, 8, 1954, p. 1-27, 107-151 et 195-225.

([2]) R. Reiser, M. J. Bryson, M. J. Carr et K. A. Kiuken, *J. Biol. Chem.*, **194**, 1952. p. 131.

([3]) M. Buensod, P. Favarger et R. A. Collet, *Helv. physiol. pharm. Acta.*, **11**, 1953, p. 45-48.

estérification va à l'encontre de la formation des esters du cholestérol. Cette nouvelle hypothèse postulait la toxicité de ces derniers. C'est ce que nous avons voulu vérifier. A partir des acides gras totaux isolés de l'huile de tournesol, nous avons préparé des esters du cholestérol dans le rapport : 15 acides gras (A. G.) pour 3 cholestérol (indice de neutralisation moyen environ 140), rapport utilisé dans nos précédents essais. Une telle estérification, non équimoléculaire, se fait, *in vitro*, selon les lois de la statistique, ce qui exclue l'estérification préférentielle de tel ou tel acide gras présumé toxique en présence du cholestérol libre.

Selon les lots, le cholestérol libre (amorphe) et les acides gras libres (à raison de 3 cholestérol pour 15 A. G.) ou les esters de cholestéryle (quantité correspondante) sont ajoutés au régime de base suivant : sucre 48 g, caséine délipidée et dévitaminée 30 g, sels 5 g, cellulose 2 g, choline 50 mg, vitamines E, B_1, B_2, B_6, PP 2 mg, acide pantothénique 4 mg, acide folique 0,1 mg, biotine 0,02 mg, inositol 20 mg, vitamine K 0,5 mg, vitamines A et D sous forme de concentré huileux 2 gouttes par semaine et par animal. Les rats (37 g au départ) sont répartis en 4 lots de 8 animaux ainsi composés :

Lot A : Régime de base + A. G. isolés du tournesol + cholestérol.
Lot B : Régime A + 1 % de chlorure de choline.
Lot C : Régime de base + esters du cholestérol.
Lot D : Régime C + 1 % de chlorure de choline.

Le régime du lot A, semblable à celui de nos essais antérieurs, se montre très toxique : dès le 8e jour le taux de mortalité atteint 50 %. Par contre, les régimes des lots B, C, D sont parfaitement satisfaisants tant du point de vue état général (aucune mortalité) que croissance. Les variations de poids par lot entier (tenant compte des décès) et par rat survivant sont les suivantes :

	Gains de poids (g).			
	8e jour.		21e jour.	
	Lot entier.	Rat survivant.	Lot entier.	Rat survivant.
Lot A............	−110	+10	+ 67	+54
» B............	+220	+27	+663	+83
» C............	+210	+27	+579	+73
» D............	+215	+27	+599	+75

Il y a équivalence d'efficacité alimentaire, du moins pour les débuts de la croissance du Rat, entre les trois rations :

A. G. libres + cholestérol + choline,
Esters du cholestérol,
Esters du cholestérol + choline,

et ce caractère commun est à l'inverse de la toxicité du régime :

A. G. libres + cholestérol.

Nous pouvons donc conclure à la parfaite inocuité des esters du cholestérol et des acides gras totaux de l'huile de tournesol. Cette absence d'effet nocif a été, d'autre part, contrôlée en administrant au Rat, au taux de 15 % du régime, les mêmes acides gras esterifiés par une quantité équimoléculaire de cholestérol : 278 g A. G. pour 386 cholestérol.

Le postulat de notre hypothèse de départ n'est pas admissible. La toxicité du mélange « acides gras libres + cholestérol » ne s'explique pas par la formation d'esters de cholestéryle, étant donné leur tolérance parfaite. Le caractère toxique de la surcharge de cholestérol semble lié à la présence d'acides gras libres puisque l'estérification par le glycérol ou par le cholestérol la rend inoffensive. On peut dès lors penser que c'est par un mécanisme analogue (formation d'esters) que s'explique le rôle protecteur de cet autre alcool : la choline.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Structure submicroscopique de l'amidon :* I. *Mise en évidence, au microscope électronique, de différents éléments structuraux, après dispersion aqueuse du grain à diverses températures.* Note de MM. **André Guilbot** et **Gustave Levavasseur**, présentée par M. Maurice Lemoigne.

Les résultats de l'examen du grain d'amidon au microscope électronique, rapportés par E. A. Roberts (1) et M. D. Southwick (2), sont en accord avec l'hypothèse de l'existence d'une structure submicroscopique (3). D'autre part, les observations de A. Frey Wissling (4) le conduisent à admettre une structure amicroscopique de l'amidon.

Par la préparation extemporanée des dispersions d'amidon pour éviter les réarrangements, par la cryodessiccation (5), (6) pour éliminer les artéfacts dus au séchage à des températures même voisines de 0° C, nous avons pu observer des éléments de structure submicroscopique du grain d'amidon et mettre en évidence des membranes.

Les amidons de blé et de pomme de terre, chauffés, en suspensions très diluées, à des températures variant de 35 à 140° C ont présenté les aspects successifs suivants :

Il se produit d'abord un début de dispersion tangentielle du grain, et des fissures radiales distantes d'environ 1 μ (*fig.* 1). Des enveloppes se détachent, pouvant avoir plus de 1 mm de longueur, 10 μ de largeur, et moins de 60 Å

---

(1) *Amer. Bot.*, 31, 1944, p. 11.
(2) *Thèse*, Vassar Collège, Poughkeepsie, 1948.
(3) *Voir* J. A. Radley, *Starch and its derivatives*, Londres, 1953, p. 59-60.
(4) *Experientia*, 8, 1952, p. 101.
(5) R. W. G. Wyckoff, *Science*, 104, 1946, p. 36.
(6) R. C. Williams, *Exp. Cell. Res.*, 4, 1953, p. 188.

d'épaisseur. Des granules d'une dimension de 1 μ à une fraction de μ (*fig.* 2) sont disposés à l'intérieur des mailles d'une sorte de réseau.

Quand on élève la température, les mailles gonflent, les granules sont libérés. Le réseau apparaît formé d'anneaux accolés, constitués de petites enveloppes

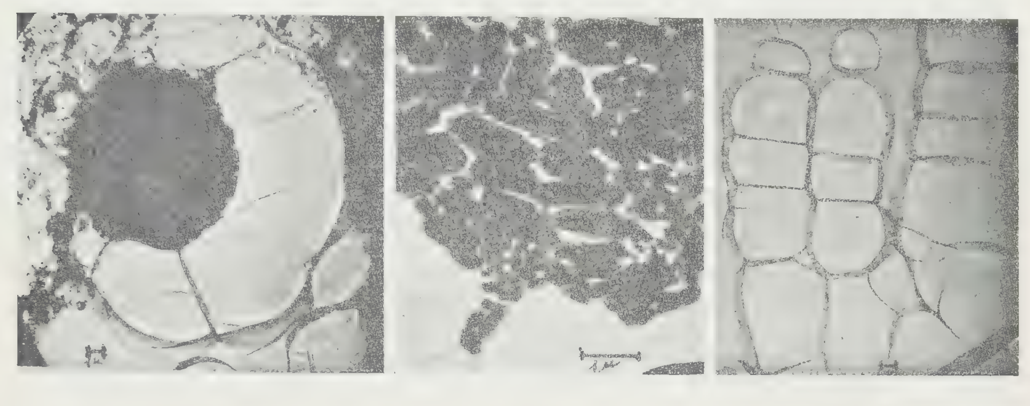


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

enroulées en spirale (*fig.* 3); ces anneaux se rompent et les enveloppes se déroulent libérant une substance finement granulaire et réticulée (*fig.* 4). Lorsque les granules se disloquent, on observe soit des faisceaux d'aiguilles réunis en un réseau enrobant une substance granulaire fine (*fig.* 5), soit des

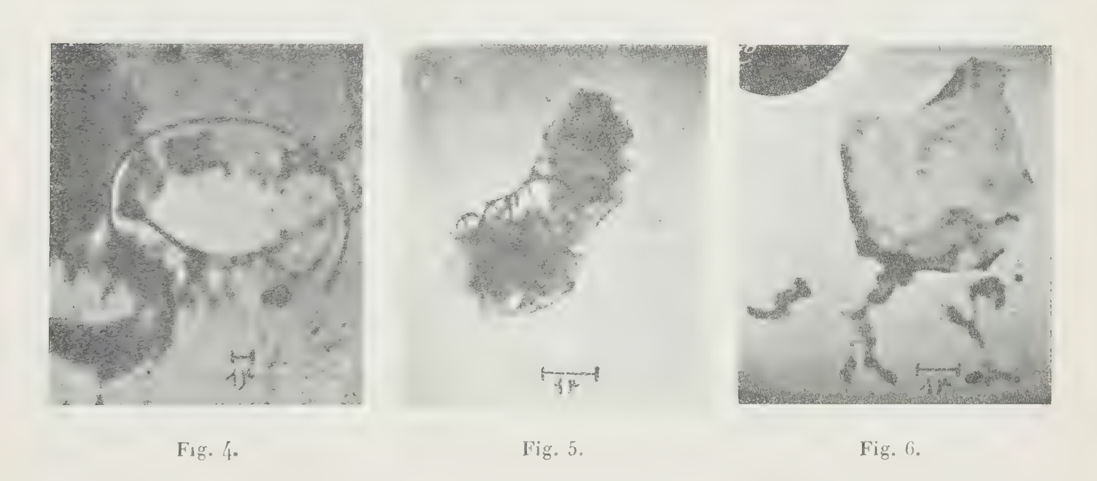


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

vésicules éclatées libérant une substance granulaire avec des microgranules d'environ 1000 Å (*fig.* 6).

En augmentant la dispersion par autoclavage vers 140° C, on observe des filaments ramifiés de substance granulaire fine enrobant des fragments de 500 à 700 Å et des particules allongées d'environ 150 Å; on retrouve encore des parties d'enveloppes et des fractions incomplètement dispersées. Ce mode

de « solubilisation » ne permet donc pas d'obtenir une séparation complète de l' « amylose » et de l' « amylopectine », W. B. Bechtel (7).

Les amidons de riz, de maïs, de maïs cireux et de pois ridés libèrent, à des températures de dispersion plus ou moins élevées, des éléments similaires à ceux des amidons de Blé et de Pomme de terre. Ces éléments se retrouvent, du reste, aussi bien dans des préparations issues de dispersions globales, que dans celles provenant du liquide et du culot obtenus après centrifugation de la dispersion.

Les grains provenant de suspensions à température ordinaire, offrent une faible pénétration aux électrons, mais subissent parfois l'attaque de ceux-ci et présentent alors un artefact de structure alvéolaire.

Des coupes sont entreprises pour étudier l'organisation, dans le grain d'amidon, des divers éléments structuraux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La synthèse du glycogène dans les leucocytes.* Note de M. **François Meyer**, transmise par M. Jacques Duclaux.

Le glycogène synthétisé dans les leucocytes à partir du glucose est déposé sous forme d'un complexe protéique. On ne sait pas si la combinaison avec les protéines précède ou suit la polymérisation du glucose.

L'hypothèse de Wajzer (1), suivant laquelle le glycogène est synthétisé dans la cellule sous forme d'un complexe protéique insoluble — le desmoglycogène de Willstätter (2) — semble incompatible avec la synthèse *in vitro* de glycogène soluble obtenue par certains auteurs. Nous avons essayé de déterminer quelle est la forme du glycogène qui apparaît la première, au cours de la synthèse. Dans les coupes de foie et dans le diaphragme isolé, la dégradation du glycogène est souvent plus rapide que la synthèse. Or, d'après Wajzer, la dégradation des réserves de glycogène (constituées de desmoglycogène) est précédée d'une libération de glycogène soluble (lyoglycogène de Willstätter), ce qui empêche de suivre l'augmentation éventuelle du rapport desmoglycogène/lyoglycogène qu'entraînerait la synthèse. Nous nous sommes adressé alors aux leucocytes, qui, d'après Willstätter et Rohdewald (3), synthétisent facilement du glycogène. On peut les équilibrer avec une atmosphère contenant plus ou moins d'oxygène, ce qui a pour conséquence une intensité variable de la dégradation du glycogène et par suite une libération variable de lyoglycogène.

---

(7) *Cereal Chem.*, 28, 1951, p. 29.

(1) *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 21, 1939, p. 1242.

(2) *Hoppe-Seyler's Z. für Physiol. Chem.*, 225, 1934, p. 103.

(3) *Hoppe-Seyler's Z. für Physiol. Chem.*, 247, 1937, p. 115.

Technique. — Les leucocytes du sang de Cheval sont préparés suivant Willstätter et Rohdewald ([3]). Le sang est recueilli sur citrate immédiatement après la mort de l'animal. Depuis ce moment jusqu'au début de l'incubation, il s'écoule au plus 3 h. Les leucocytes de l'exsudat péritonéal de Cobaye sont préparés suivant De Haan ([4]). La suspension de leucocytes de l'une ou l'autre provenance est répartie dans des fioles de Warburg : nous ajoutons en général 0,5 cm³ de suspension à 1,5 cm³ de tampon phosphate M/15, suivant Sörensen, pH 6,6 (dans quelques expériences le pH a été de 7,0 et 7,2) et 0,5 cm³ d'une solution de glucose à 3,5% (remplacé dans les incubations témoins par 0,5 cm³ d'eau). Après l'établissement de l'atmosphère gazeuse choisie, les fioles sont agitées à la vitesse de 60-65 oscillations/mn dans un thermostat à 37°. A la fin de l'incubation les fioles sont refroidies rapidement à 0°, le contenu, traité par 2,5 cm³ d'acide trichloracétique 0,5 N refroidi à 0°, est centrifugé. La partie insoluble dans l'acide (desmoglycogène) est chauffée au bain-marie bouillant avec 0,5 cm³ de potasse caustique à 60 % jusqu'à dissolution complète (en général 3 h). Au surnageant acidosoluble (lyoglycogène), on ajoute 0,2 cm³ de potasse à 60 %. On dose ensuite le glycogène dans les deux fractions suivant Good, Kramer et Somogyi ([5]) en tenant compte des indications de Wajzer ([6]).

Les teneurs en glycogène total que nous trouvons pour les leucocytes analysés 2 h 30 mn à 3 h après la prise de sang et qui sont de 2,04 à 5,05 mg par gramme frais (en moyenne 4,2 mg/g), correspondent bien aux valeurs de Willstätter et Rohdewald. La synthèse apparente de glycogène est de 1,28 mg/g en moyenne après 60 mn d'incubation.

Il faut remarquer que la synthèse *réelle*, calculée en tenant compte du glycogène dégradé pendant l'incubation, est plus forte : en moyenne 1,45 mg/g.

La synthèse est du même ordre de grandeur dans les leucocytes d'exsudat de Cobaye (4 mg/g).

Dans les deux préparations, la répartition des deux formes de glycogène est la même : 90 % du total environ sont du desmoglycogène. Cette proportion ne varie pas quand il y a dégradation du glycogène (incubations en absence de glucose, 87 ± 5 %) ni quand il y a synthèse (incubations en présence de glucose, 90 ± 4 %).

Quand on fait varier la vitesse de dégradation du glycogène en travaillant en présence soit d'oxygène, soit d'air, soit d'azote, la proportion du desmoglycogène reste toujours voisine de 90 % : respectivement 89,5, 92,5 et 92 %. Pourtant, dans ces conditions, l'ampleur de la synthèse *réelle* n'est pas constante : elle est de 2,26 mg/g dans l'oxygène, 1,13 dans l'air et 0,96 dans l'azote.

Quand on fait varier le temps d'incubation et le pH du milieu (tableau), la proportion desmoglycogène/lyoglycogène est également conservée. On observe de nouveau la diminution de la synthèse de glycogène en anaérobiose.

([4]) NEERLD, *J. Physiology*, 2, 1921, p. 677.
([5]) *J. Biochemistry*, 100, 1933, p. 485.
([6]) *Arch. Sc. Physiol.*, 1, 1947, p. 219

			Glucose ajouté	0 mn.		30 mn.		60 mn.		90 mn.	
N°.	Gaz.	pH.	(mg).	L.	D.	L.	D.	L.	D.	L.	D.
1.	O_2....	6,6	17,5	0,38	1,76	0,47	4,06	0,56	3,58	0,41	3,13
	O_2....	7,0	17,5	–	–	0,53	4,02	0,44	3,39	0,34	3,13
2.	Air...	6,6	–	0,23	2,44	0,21	1,78	0,12	1,41	0,08	0,76
	Air...	6,6	17,5	–	–	0,17	2,44	0,23	2,89	0,24	2,65
3.	Air...	6,6	17,5	0,09	4,96	0,14	5,56	0,26	6,56	0,20	6,22
	N_2....	6,6	17,5	–	–	0,16	5,28	0,31	6,22	0,18	5,27
4.	Air...	6,6	17,5	0,25	4,41	0,25	4,41	0,37	5,93	–	–
	Air...	7,2	17,5	–	–	0,15	4,40	0,28	5,00	–	–
	N_2....	6,6	17,5	–	–	0,25	3,98	0,08	4,72	–	–

Les chiffres expriment le glycogène trouvé en milligrames pour 1 g de leucocytes frais.

Il est impossible de préciser, d'après les expériences faites sur les leucocytes, si la première forme qui apparaît au cours de la synthèse est le desmo- ou le lyoglycogène. Mais, puisque le rapport quantitatif entre les deux formes est toujours conservé, il est évident qu'en dernière analyse l'enrichissement de la cellule en glycogène consiste pour les neuf dixièmes en desmoglycogène.

CANCÉROLOGIE. — *Le virus fibromateux de Shope dans des tumeurs malignes provoquées par lui. Étude au microscope électronique.* Note (*) de MM. **Wilhelm Bernhard**, **Jacques Harel** et **Charles Oberling**, transmise par M. Robert Courrier.

L'objet de cette communication est de montrer les diverses phases évolutives du virus fibromateux de Shope, telles qu'elles se présentent dans des coupes ultra-fines, après inclusion au méthacrylate de butyle de cellules néoplasiques obtenues dans les expériences décrites par J. Harel et Th. Constantin [1].

Le virus du fibrome de Shope, contrairement à celui du papillome, conserve sa forme corpusculaire, même chez le Lapin domestique; d'autre part, grâce à ses dimensions relativement importantes [125 à 175 mμ d'après Schlesinger et Andrewes [2]], il constitue un matériel de choix pour étudier le comportement intra-cellulaire d'un agent capable d'engendrer des processus néoplasiques.

Or, dans les cellules provenant de sept tumeurs différentes examinées jusqu'ici, nous avons trouvé le corps cytoplasmique englobé de corpuscules qui n'existent pas dans des fibroblastes normaux et qui ressemblent étran-

(*) Séance du 2 août 1954.

[1] *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 681.

[2] *J. Hyg.*, 37, 1937, p. 521.

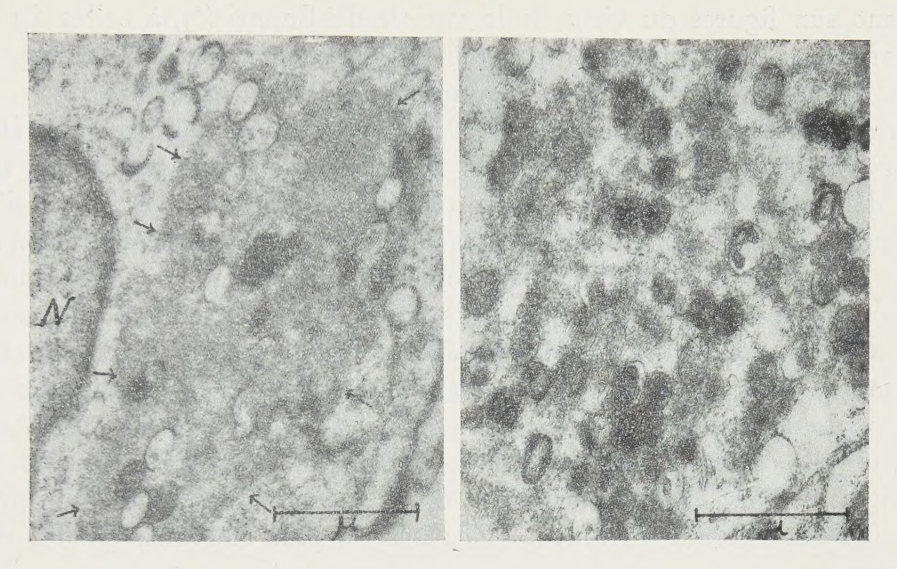


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Masse paranucléaire diffuse (→), corps d'inclusion dans un fibroblaste, contenant de nombreux virus d'aspect clair ou dense (N) = Noyau. G = 18 500.

Fig. 2. — Autre aspect de cette substance diffuse, avec des particules virus denses, dont la plupart sont délimitées par une mince membrane unique. G = 20 000.

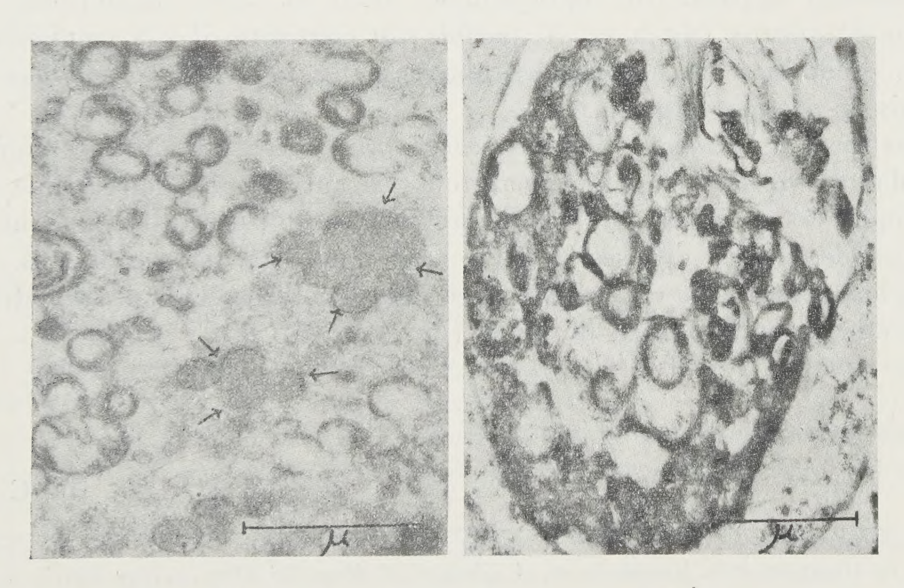


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3. — Figure d'agglomération (→) (ou de bourgeonnement ?) présentant des corpuscules incomplets. En haut, particules claires à membranes très épaisses et dédoublées. G = 24 000.

Fig. 4. — Masse ovalaire de structure très complexe, répondant probablement à une autre forme de corps d'inclusion. G = 18 500.

gement aux figures du virus de la variole du Canari [3], à celles du virus des oreillons [4] et, surtout, aux récentes micrographies électroniques du virus de la variole aviaire de Councilman Morgan et coll. [5].

Ce qui frappe, tout d'abord, c'est le grand polymorphisme des images observées. Dans le cytoplasme, on voit, très souvent, une zone tantôt bien délimitée, ovalaire (*fig.* 1); tantôt plus diffuse ou sous forme d'amas irréguliers (*fig.* 2). Ceux-ci, constitués par *une masse d'aspect assez homogène*, sont composés d'éléments corpusculaires extrêmement fins dont les dimensions restent bien au-dessous de 100 Å. Dans cette masse se dessinent des membranes qui, progressivement, englobent une parcelle de la substance diffuse et, en se fermant, déterminent *des corpuscules ellipsoïdaux* dont les dimensions varient entre 160-185 × 260-360 mμ. L'aspect de leurs membranes est variable : parfois, elles paraissent très fines, linéaires; parfois, elles s'épaississent d'une façon diffuse ou bien en présentant des renflements fusiformes localisés, le plus souvent, en des points opposés du pourtour (*fig.* 3). A un stade probablement plus avancé, les membranes sont dédoublées. Plus rarement enfin, on note des condensations corpusculaires à l'intérieur même de ces membranes. Le contenu des corpuscules ainsi délimités présente un aspect identique à celui de la masse diffuse, ou bien le contenu se clarifie entièrement, si bien que les corpuscules apparaissent optiquement vides et leurs membranes sous forme d'anneaux (*fig.* 1 et 3); parfois, au contraire, il y a condensation avec production de corpuscules opaques (*fig.* 2). Ceux-ci peuvent être réunis en grappes (*fig.* 3).

Des corps d'inclusion ont été observés au microscope optique dans les cellules du fibrome de Shope par tous les auteurs. Au microscope électronique, ces corps sont de nature très différente : les uns répondent aux nuages de masses diffuses décrites plus haut (*fig.* 1); les autres, plus complexes, semblent en rapport avec des structures cellulaires modifiées, peut-être, avec l'appareil de Golgi (*fig.* 4).

La séance est levée à 15 h 30 m.

R. C.

---

(3) K. Herzberg et A. Kleinschmidt, *A. Zeitsch. f. Hyg.* BS 139, 1954, p. 545.

(4) B. Gosh-Ray et R. H. A. Swain, *J. Path. Bact.*, 67, janvier 1954.

(5) Councilmann Morgan, S. A. Ellison, H. M. Rose et Dan H. Moore, *Proc. Int. Conf. Electron. Microscopy* Londres, 1954.

ERRATA.

—

(*Comptes rendus* du 14 juin 1954.)

Note présentée le 9 juin 1954, de MM. *Jean Benoit* et *Ernst Naschke*, Perméabilité magnétique initiale complexe du fer de 0 à 7000 MHz :

Page 2294, 4e ligne et suivantes, *au lieu de* Il est néanmoins net que pour $a > 50$, μ_2 est plus grand que la fréquence où $\mu_1/\mu_=$ est égal à 0,5 il est possible de déduire une valeur statistique..., *lire* Il est néanmoins net que pour $a > 50$, μ_2 est plus grand que ne pourrait l'expliquer la seule dynamique des parois. Connaissant la fréquence où $\mu_1/\mu_=$ est égal à 0,5 il est possible de déduire une valeur statistique....

Page 2294, 3e et 5e lignes après la figure, *au lieu de* μ, *lire* microns.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'aout 1954.

Commémoration à l'École polytechnique du centenaire de la naissance d'Henri Poincaré. *Henri Poincaré*, par le Général Dassault. Paris, Gauthier-Villars, 1954; 1 fasc. 22 cm.

Luis Daniel Beauperthuy. Revision de una vida, par Ricardo Archila. Caracas, Imprenta nacional, 1954; 1 fasc. 23 cm.

L'activité du service de la recherche agronomique et de l'expérimentation agricole au Maroc en 1953, par Georges Grillot. Extrait de *Terre marocaine*, nº 29, 1954; 1 fasc. 27 cm.

Quelques nouvelles observations sur les plantes fourragères, par Guy Perrin de Brichambaut. Extrait du *Bulletin de la Société des agriculteurs du Maroc*, nº 53, 1953.

Que faut-il penser du genre sétaria P. B. (= Chætochloa Scrib), *au point de vue fourrager*. Travail du centre de recherches agronomiques de Rabat. Extrait de *Terre marocaine*, nº 287, 1953; 1 fasc.

Université de Paris. *Les relations d'équivalence et leurs principales applications*, par Paul Dubreil, in *Les conférences du Palais de la Découverte*. Série A, nº 194; 1 fasc. 18 cm.

Id. — *Les cartes géographiques et leur histoire*, par Paul Rossier, in *Les conférences du Palais de la Découverte*. Série D, n° 31 ; 1 fasc. 18 cm.

Centre national de la recherche scientifique. *Le laboratoire souterrain de Moulis* ; 1 fasc. 24,5 cm.

Union internationale de physique pure et appliquée. *Assemblée générale de* 1954. *Principales décisions*, par Pierre Fleury ; tirage à part polycopié, 27 cm.

Académie des sciences de l'U.R.S.S. *Chestoe dopolnenie K pervomou izdaniou obtchego Katalog peremennyk zvezd*, par B. V. Koukarkin, P. P. Parenago, Y. I. Efremov, P. I. Kolopov. Moscou, 1954 ; 1 fasc. 26 cm.

Gouvernement général de l'Algérie. Publications du service de la carte géologique de l'Algérie. (Nouvelle série). Bulletin n° 2. *Géologie et pétrogénèse*, par Henri et Geneviève Termier. Alger, Service de la carte géologique de l'Algérie, 1953 ; 1 vol. 25 cm.

Carte tectonique de Madagascar au 1/3 500 000e, par Henri Besairie. Service géologique de Madagascar, 1954 ; 1 planche 49,5 cm × 65 cm.